

ORIGINAL

- ANALISIS DEL ESPECTRO VOCAL EN CANTANTES -
=====

FRANCISCO FERIA RODRIGUEZ

TUTOR
FELIX HERNANDEZ CABRERA

ORIGINAL

- INDICE -

1- DESCRIPCIONES GENERALES.....1

1- 1 DESCRIPCION GENERAL DEL ANALIZADOR
DE SEÑAL DE GRAN RESOLUCION.....1 bis

1- 2 DESCRIPCION DE LOS MANDOS
Y PANEL FRONTAL.....2

1- 3 DESCRIPCION DE LAS FUNCIONES
DEL ANALIZADOR.....5

1- 4 DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS QUE
INTERVIENEN.....6

1- 5 DESCRIPCION DEL LUGAR Y MEDIOS CON
QUE SE HA CONTADO.....6

2- BREVE ESTUDIO ANATOMICO Y FISIOLOGICO
DEL MECANISMO DE EMISION DE LA VOZ.....7

3- BREVE ESTUDIO ACUSTICO DEL MECANISMO
DE EMISION DE LA VOZ.....11

4- CALCULO DE LA FRECUENCIA FUNDAMENTAL.....15

5- FRECUENCIAS DE CORTE DE LAS VOCALES.....21

6- FORMANTES, VALLE Y ENVOLVENTES
DE LAS VOCALES.....23

7- REPRESENTACION GRAFICA DE FORMANTES
VALLE Y ENVOLVENTES DE LAS VOCALES.....33

8- DATOS MAS CARACTERISTICOS DE
CADA GRAFICA.....39

9- FOTOGRAFIAS DE LAS GRAFICAS
REALIZADAS EN LA EXPERIENCIA.....69
10- CONCLUSIONES.....141
11- BIBLIOGRAFIA.....151

=====

1.-

DESCRIPCIONES GENERALES.

DESCRIPCION GENERAL DEL ANALIZADOR DE SEÑAL DE
GRAN RESOLUCION .-

El analizador de señal de gran resolución , tipo 2031 de Brüel & Kjaer , representa una innovación importante en el campo de los análisis FFT en tiempo real. Una memoria de entrada considerablemente ampliada con relación a la de un analizador FFT convencional.

El 2031 está compuesto de un registrador de transitorios en combinación con un analizador de Fourier. El registrador de transitorios tiene una memoria patrón de 10 K y está equipado con un disparador muy sensible, que permite analizar tanto los datos transitorios como los continuos. El registrador de transitorios se combina con el analizador de Fourier, obteniéndose dos formas distintas de funcionamiento.

En función Banda Base, funciona igual que un analizador FFT de 400 líneas, muestreando la señal de entrada y transformándola 1 K muestras a la vez, en el dominio frecuencia. El espectro producido en cada transformación es un espectro en banda ancha constante, medido en 400 intervalos de frecuencia igualmente espaciados (líneas) a través de una gama de frecuencia seleccionable en secuencias 1 - 2 - 5 desde 0 Hz (nominal) a 10 Hz hasta 0 Hz (nominal) a 20 KHz.

Los espectros obtenidos tanto en función Banda Base, como en Gran Resolución, pueden integrarse lineal o exponencialmente, o bien almacenar sus máximos. Estos resultados, así como el espectro instantáneo y la función tiempo, pueden aparecer sobre una pantalla gradua-

da de 11" y leer los valores mediante el selector de línea. El 2031 lleva incorporada una memoria donde se puede almacenar un espectro, para volver a presentarlo en pantalla, permitiendo, la comparación con otro espectro. También se puede visualizar la relación de amplitud entre los datos de la entrada y la memoria.

Los datos visualizados pueden ser extraídos y trazados sobre un registrador de nivel, o uno X - Y.

1- 2

PANEL FRONTAL Y DESCRIPCION DE LOS MANDOS.-

1.- Indica: nivel a fondo de escala; frecuencia a fondo de escala; muestras despues del disparo y nº de espectros 1-2048.

2.- Indica los datos de la línea seleccionada.

3.- Cursor, indica la línea seleccionada.

4.- Sobrecarga, 10 dB superiores.

5.- Entrada directa.

6.- Entrada preamplificador.

7.- Ajuste de referencia dB.

8.- Mando de ganancia.

9.- Mandos para seleccionar si la entrada es directa o preamplificada.

10- Selecciona modo de disparo.

11- Aumenta o/y disminuye en 10 dB la señal de entrada.

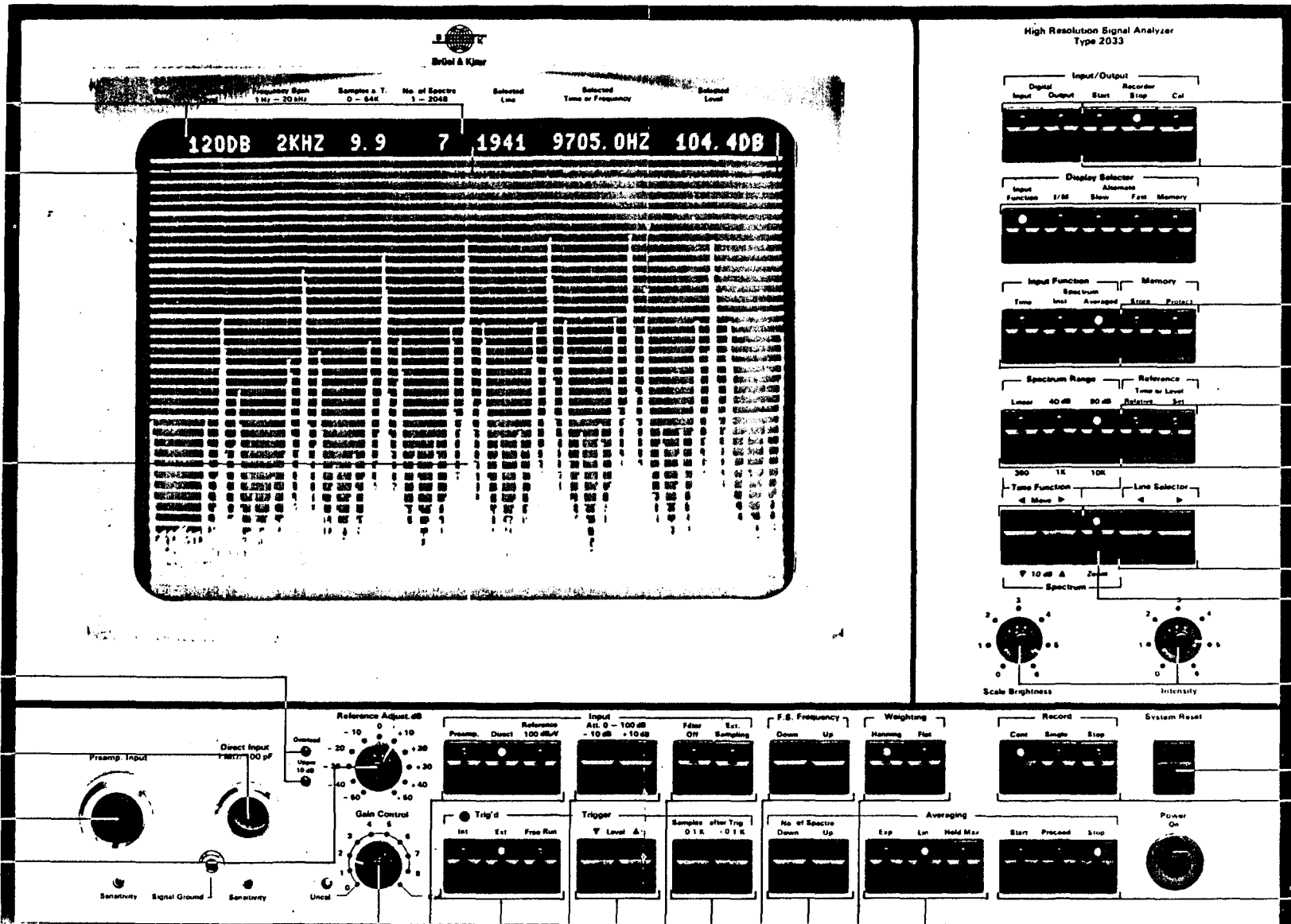
12- Regula la fijación del nivel de disparo.

13- Mandos para evitar el filtro, o gobernarlo exteriormente.

14- Selecciona que parte de la señal se regis-

tra, con respecto al momento del disparo.

- 15- Selecciona la frecuencia a fondo de escala.
- 16- Selecciona el nº de espectros a integrar.
- 17- Selecciona la función de ponderación.
- 18- Selecciona el modo de integración.
- 19- Controla la integración.
- 20- Mando de grabación.
- 21- Puesta a cero.
- 22- Control de intensidad y brillo.
- 23- Selecciona el modo de alta resolución.
- 24- Mando de selección de línea.
- 25- Función tiempo.
- 26- Gama de espectro.
- 27- Nivel o tiempo de referencia.
- 28- Función de entrada.
- 29- Memoria.
- 30- Selector de visualización.
- 31- Mando de salida analógica.
- 32- Selecciona la entrada o salida digital.



1
2
3
4
5
6
7

32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19

8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

DESCRIPCION DE LAS FUNCIONES DEL ANALIZADOR DE SE-
NAL DE GRAN RESOLUCION EN ESTA EXPERIENCIA.

Se ha utilizado el analizador de señal tipo 2031 , de Brüel Kjaer del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Madrid así como el del Real Conservatorio de Música de Madrid. La posición de los mandos (ver gráfica nº 4) ha sido la misma durante la realización de toda la experiencia, y consiste en:

1º- Entrada Directa.

2º- Ponderación de Hanning (Coseno 2). Esta ponderación se realiza en frecuencia, por lo tanto, puede aplicarse o no después de la transformación.

3º- Disparo en " Free Run ". Hace el funcionamiento del 2031 independiente de toda posición de disparo. Los registros se hacen y se transforman a la velocidad más rápida compatible con los procedimientos de cálculo del 2031.

4º- Integración exponencial. Usa la fórmula:

$$Y_n = \frac{(N/2 - 1) Y_{n-1} + X_n}{N/2} \quad 1 \leq n \leq \infty, Y_0 = X_1$$

Esta fórmula da una integración ponderada exponencialmente, es decir, que los datos más nuevos, tienen una influencia mayor y los datos más antiguos son olvidados gradualmente. Esta integración continua para $n=N$.

5º- Función de entrada en instantáneo.

A fin de obtener una mayor definición de la imagen se ha ampliado la fotografía, para obtener sólo la pantalla , ya que los datos más característicos del experimento y que sí están sometidos a variación, aparecen

expresados en la parte superior de la misma. Estos datos son, de izquierda a derecha de la fotografía :

- Nivel de fondo de escala.
- Gama de frecuencia 1Hz-20KHz
- Muestras después del disparo.
- N° de espectros.
- Frecuencia de línea seleccionada.
- Nivel en dB de la línea seleccionada.

1- 4

DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN
LA EXPERIENCIA.

Los elementos que han intervenido en la experiencia, son cantantes de la Escuela Superior de Canto de Madrid, a saber:

- 3 Bajos (Bajo 1, Bajo 2, Bajo 3).
- 2 Barítonos (Barítono 1, Barítono 2).
- 2 Tenores (Tenor 1, Tenor 2).
- 2 Mezzos (Mezzo 1, Mezzo 2).
- 1 Soprano (Soprano).

1- 5

DESCRIPCION DEL LUGAR Y MEDIOS CON QUE SE HA CONTADO PARA LA REALIZACION DE LA EXPERIENCIA. -

La experiencia ha sido realizada en el Laboratorio de Acústica del Real Conservatorio de Música de Madrid. Para ella se ha contado con un local insonorizado, empleándose un micrófono SHURE tipo dinámico 588sb. con una respuesta plana entre 20 y 20 KHz.

BREVE ESTUDIO ANATOMICO Y FISIOLOGICO DEL MECANISMO DE EMISION DE LA VOZ.-

El método fundamental de comunicación del hombre es la palabra, y el hombre es el único de los seres que comparten nuestro mundo que ha desarrollado unos medios vocales para codificar y transmitir información, más allá de un nivel rudimentario. La atmósfera en que vive el hombre proporciona el medio adecuado para la transmisión de la voz, que no consiste en definitiva mas que en vibraciones longitudinales, en fluctuaciones de la presión del aire, en las cercanías de la boca de la persona que habla, y presiones que son transmitidas a las moléculas del aire colindante, propagándose de esta forma hasta ser detectadas por el oído e identificadas y decodificadas por el cerebro.

La producción del sonido articulado, se debe primordialmente a una causa psíquica, intencionada, previa a todo movimiento orgánico. Cuando se quiere emitir un sonido, el cerebro desde su centro nervioso, envía un impulso neuromotriz a través del nervio llamado recurrente. Este, tiene terminaciones en el diafragma y en las cuerdas vocales.

La fonación es un elevado y complejo acto funcional, que necesita de la respiración e inhibe el proceso deglutor y que se realiza gracias a la musculatura fonadora que rodea la laringe.

El mecanismo que produce la voz, comienza con la columna de aire que proviene de los pulmones, impulsada

por la prensa abdominal y diafragmaática, y músculos intercostales y torácicos, que la impelen hacia arriba a través de la tráquea. Esta columna de aire hará un recorrido a través de distintas estructuras anatómicas sufriendo ciertas transformaciones hasta convertirse en el resultado último del proceso de fonación, la voz humana. Estas estructuras anatómicas son:

- Laringe.

- músculos laringeos
- nervio laringeo
- glotis
- epiglotis
- cartílago cricoides
- cartílago tiroideos
- cuerdas vocales

- Faringe.

- músculos y nervio faringeo
- implantación de la base de la lengua

- Cavidad Orofaringea.

Actúa como Bóveda de resonancia, gracias a las estructuras vecinas , tales como:

- senos paranasales (resonadores)
- posición de la lengua
- altura del velo del paladar

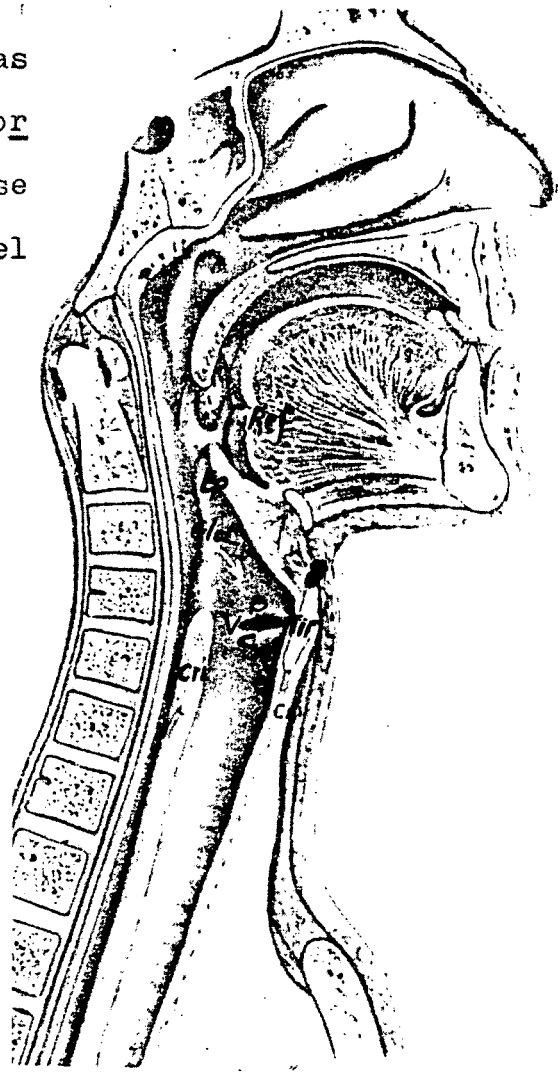


FIG. 290. — La laringe y relaciones adyacentes en un corte sagital.

-posición mandibular y de la arcada dentaria.

LARINGE.-

Su derivación desde la faringe, corresponde a un orificio de entrada, que recibe el nombre de glotis (Ver fig.290.Glot), orificio muy oblicuo y un tanto escondido bajo la parte refleja de la lengua, que cuando desciende, empuja en su momento oportuno a un repliegue llamado Epi-glottis (Ep), cuya misión es obturar la entrada.

La separación entre laringe y faringe, se inicia mediante un espolón que asciende, es el cartilago cricoides (Cri), delante de él esta otro cartilago que protege la laringe en forma de escudo, llamado cartilago tiroides, cuyo saliente exterior constituye la nuez de Adán.

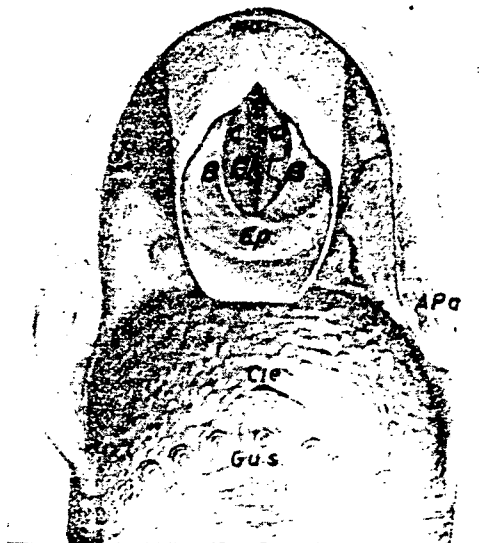


FIG. 310. — Traspasado el istmo de las fauces (en la fig. 309) aparece la glotis en visión directa (laringoscopia directa).

La glotis ofrece además unos salientes en sus paredes laterales, que hacen prominencia en la cavidad, estrechando la luz interior, diferenciándose las bandas (B) o repliegues superiores, y las cuerdas (C) o repliegues inferiores. La longitud de las cuerdas es de aproximadamente 2'5 cm. en los hombres. Entre ambas, bandas y cuerdas se encuentra el llamado ventrículo laringeo (V).

Así pues , durante la espiración del aire que proviene de los pulmones, al pasar por entre las cuerdas, es impulsado laminarmente hacia arriba, pero al llegar a los ventrículos, forma remolinos cuya longitud de onda y frecuencia corresponde a la del sonido que se emite, variando en relación con la tensión de las cuerdas y el tamaño de la cavidad ventricular. Por ello las cuerdas vocales contienen en su espesor un músculo cuya contracción aumenta el tono de las mismas; también las paredes laterales del ventrículo se tensan por la contracción de fibras musculares.

Así la posición fonadora de la laringe requiere:

- Tonificación de las cuerdas vocales y de la pared del ventrículo laríngeo.
- Estiramiento de las cuerdas vocales, por la acción de los músculos correspondientes.
- Aproximación de las cuerdas vocales a la línea media, con cierre de la glotis.

FARINGE Y ESTRUCTURAS VECINAS.-

Las ondas sonoras llegan ahora a la Faringe, donde son modificadas más aún , gracias a las estructuras vecinas; paladar blando, con su musculatura que lo elevan o descienden; implantación de la base de la lengua, cuya posición aumentará o disminuirá la amplitud de la cavidad bucal; los senos paranasales, que dan mayor amplitud al sonido, actuando como bóveda de resonancia; y posición final de la mandíbula y arcada dentaria, que diferenciarán perfectamente los sonidos y vocales.

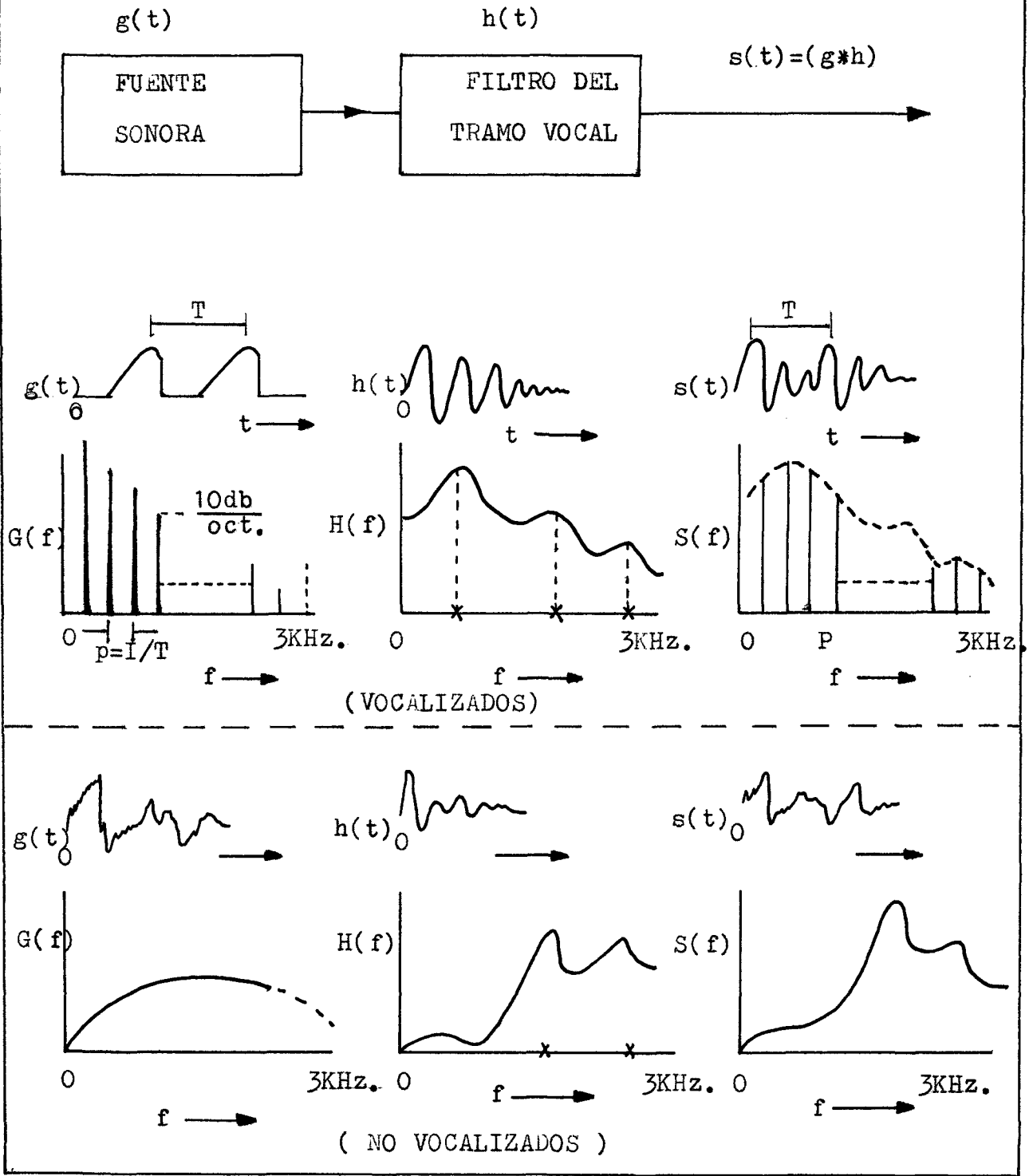
BREVE ESTUDIO ACUSTICO DEL MECANISMO DE EMISION
DE LA VOZ.

En la gráfica fig1 se representan los sonidos vocalizados y no vocalizados. Sonidos vocalizados son aquellos en que durante su pronunciación, van acompañados de una vibración de las cuerdas vocales, al contrario de los no vocalizados, en cuya producción no intervienen las cuerdas vocales y que se caracterizan, por un espectro continuo de frecuencias diferentes. Estos sonidos, son generalmente radiados por la boca, produciéndose la modulación del haz por medio de los labios, lengua y dientes.

Con respecto a los sonidos vocalizados, desde el punto de vista físico, estos sonidos están caracterizados por una forma de onda casi periódica, cuya frecuencia de repetición constituye el tono fundamental (frecuencia fundamental).

El análisis espectral muestra que los sonidos vocalizados, están constituidos por una serie discreta de frecuencias múltiplos enteros de la frecuencia fundamental.

Conforme se ha comentado, el ancho de la rendija de la glotis (cuerdas vocales) es variable y durante la producción de los sonidos, se crean unas variaciones sobre el flujo de aire que sale de los pulmones, modulando éste, en forma tal, que la señal obtenida, se asemeja a una función del tiempo en diente de sierra; con una componente fundamental (frecuencia fundamental). Esta frecuencia se halla comprendida aproximadamente entre 90 Hz. y 1.100 Hz., (voz grave en bajos y aguda en sopranos).



(Fig. 1)

La señal obtenida de las cuerdas vocales, accede, seguidamente, al tramo vocal que actúa como un filtro lineal pasivo, modificando la onda en diente de sierra generada en la glotis. De acuerdo con la teoría de la palabra de Helmholtz, la cavidad boca-nariz-faringe, forma una serie de filtros ajustables que dan forma al espectro de los impulsos. De esta forma los armónicos se ven reforzados para ciertas frecuencias y suprimidos en otras.

El tramo vocal consiste en un tubo, de sección transversal practicamente constante, abierto en un extremo (la boca) y teniendo una frecuencia de resonancia fundamental de 500 Hz. y otras resonancias a 1.500 Hz. y a 2.500 Hz. Estas frecuencias corresponden a las resonancias en $\lambda/4$, $3\lambda/4$ y $5\lambda/4$ de un tubo uniforme de 17'5 cm. de longitud, cerrado en un extremo y abierto en el otro. A estas resonancias se las denomina "formantes" y sus frecuencias se expresan mediante F_1 , F_2 , F_3 .

Las frecuencias formadoras, vienen determinadas por la forma adoptada por el tramo vocal completo, incluyendo las posiciones de la lengua y dientes y establecen las características de diferenciación entre las vocales. La posición de los formantes es practicamente independiente de la persona que los emite, hombre o mujer. En esta experiencia se ha comprobado, que los formantes se desplazan ligeramente hacia frecuencias superiores, a medida que la frecuencia fundamental aumenta. Son, por tanto, estas frecuencias las que permiten al cerebro humano la identificación de la vocal.

A continuación se expone una clasificación de las cinco vocales españolas, de acuerdo a la posición de la lengua o zona de articulación y el grado de estrechamiento en dicha zona.

| VOCALES | | | |
|-------------------------------|----------------------|-------|-----------|
| Grado de Estrechamiento | Zona de Articulación | | |
| | Anterior | Media | Posterior |
| Alto | /i/ | | /u/ |
| Medio | /e/ | | /o/ |
| Bajo | | /a/ | |

(Fig 2)

4.-

CALCULO DE LA FRECUENCIA FUNDAMENTAL.

Se ha calculado la frecuencia fundamental de las diferentes emisiones de voz, en los cantantes, tomando como referencia la frecuencia que marca el cursor, en la parte alta de la pantalla y dividiendo ésta entre el número de armónicos que existen hasta dicho cursor, más 1, que sería la frecuencia fundamental.

El cálculo de la frecuencia fundamental, es de gran utilidad en esta experiencia, ya que al no poder disponer del registrador gráfico X - Y (donde en el eje de abscisas viene representadas las frecuencias y solamente trazando una vertical en el lugar de los formantes, valle y envolventes, sabríamos a la frecuencia en que se encuentran) necesitamos un método para calcular dichos parámetros .

El método empleado ,consiste en multiplicar la frecuencia fundamental por el número de armónicos más 1, a los que se encuentran los formantes, valle y envolventes.

A continuación se describe una relación de las frecuencias fundamentales de las distintas emisiones de voz.

| | | |
|--------------|-------|----------------|
| 10 A B | 85'5 | = 3600:42 |
| 10 A M | 192'1 | = 3650:19 |
| 10 E B | 89'2 | Hz= 3125:35 |
| 10 E M | 192'4 | Hz=3175:16'5 |
| 10 E A | 332'4 | Hz=6450:19'4 |
| 10 I B | 90'5 | Hz=3125:34'5 |
| 10 I M | 192'4 | Hz =3175:16'5 |
| 10 I A | 330'3 | Hz = 6450:19'5 |
| 10 O B ----- | 89 | Hz = 3650:41 |
| 10 O M ----- | 192'4 | Hz = 3175:16'5 |
| 10 O A ----- | 334'1 | Hz = 6450:19'3 |
| 10 U B ----- | 89 | Hz = 3650:41 |
| 10 U A ----- | 339'4 | Hz = 6450:19 |
| 10 | | |

| | | |
|-------------|-------|----------------|
| 4 A M ----- | 263 | Hz = 5425:21 |
| 4 A A ----- | 396'3 | Hz = 3250:8'2 |
| 4 E M ----- | 255 | Hz = 5425:21'2 |
| 4 Eva ----- | 382'3 | Hz = 3250:8'5 |
| 4 I A ----- | 383'3 | Hz = 3250:8'5 |
| 4 O B ----- | 148'5 | Hz = 5000:33'6 |
| 4 O M ----- | 258'3 | Hz = 5425:21 |
| 4 O A ----- | 391'5 | Hz = 3250:8'3 |
| 4 U B ----- | 147'0 | Hz = 5000:34 |
| 4 U M ----- | 258'3 | Hz = 5425:21 |
| 4 U A ----- | 391'5 | Hz = 3250:8'3 |

| | | | | | |
|-------|-------|-------|----|---|-----------|
| 1 A B | ----- | 90'9 | Hz | = | 800:8'8 |
| 1 A M | ----- | 192'4 | Hz | = | 3175:16'5 |
| 1 A A | ----- | 293'9 | Hz | = | 3175:10'8 |
| 1 E B | ----- | 94'1 | Hz | = | 800:8'5 |
| 1 E M | ----- | 186'7 | Hz | = | 3175:17 |
| 1 E A | ----- | 288'6 | Hz | = | 3175:11 |
| 1 I B | ----- | 88'8 | Hz | = | 800:9 |
| 1 I M | ----- | 186'7 | Hz | = | 3175:17 |
| 1 I A | ----- | 293'9 | Hz | = | 3175:10'8 |
| 1 O B | ----- | 90'9 | Hz | = | 800:8'8 |
| 1 O M | ----- | 186'7 | Hz | = | 3175:17 |
| 1 O A | ----- | 293'9 | Hz | = | 3175:10'8 |
| 1 U B | ----- | 90'0 | Hz | = | 3175:36'4 |
| 1 U M | ----- | 184'5 | Hz | = | 3175:17'2 |
| 1 U A | ----- | 302'3 | Hz | = | 3175:10'5 |

| | | | | | |
|-------|-------|-------|----|---|-----------|
| 5 A M | ----- | 104'1 | Hz | = | 3750:36 |
| 5 A M | ----- | 169'3 | Hz | = | 3725:22 |
| 5 A A | ----- | 308'0 | Hz | = | 7700:25 |
| 5 E B | ----- | 109'5 | Hz | = | 3725:34 |
| 5 E M | ----- | 168'5 | Hz | = | 7000:41 |
| 5 E A | ----- | 290'5 | Hz | = | 7700:26'5 |
| 5 I B | ----- | 109'5 | Hz | = | 3725:34 |
| 5 I M | ----- | 171'5 | Hz | = | 7000:40'8 |
| 5 I A | ----- | 308'0 | Hz | = | 7700:25 |
| 5 O B | ----- | 106'4 | Hz | = | 3725:35 |
| 5 O M | ----- | 170'0 | Hz | = | 7000:41 |
| 5 O A | ----- | 295'2 | Hz | = | 3750:12'7 |
| 5 U B | ----- | 106'4 | Hz | = | 3725:35 |
| 5 U M | ----- | 177'2 | Hz | = | 7000:39'5 |
| 5 U A | ----- | 177'2 | Hz | = | 7000:39'5 |

| | | |
|-------------|-------|----------------|
| 6 A B ----- | 146'5 | Hz = 3225:22 |
| 6 A M ----- | 264'3 | Hz = 3225:12'2 |
| 6 A A ----- | 403'1 | Hz = 3225:8 |
| 6 E B ----- | 143'3 | Hz = 3225:22'5 |
| 6 E M ----- | 258 | Hz = 3225:12'5 |
| 6 E A ----- | 379'4 | Hz = 3225:8'5 |
| 6 I B ----- | 143'3 | Hz = 3225:22'5 |
| 6 I M ----- | 258 | Hz = 3225:12'5 |
| 6 I A ----- | 370'6 | Hz = 3225:8'7 |
| 6 O B ----- | 143'3 | Hz = 3225:22'5 |
| 6 O M ----- | 262'1 | Hz = 3225:12'3 |
| 6 O A ----- | 358'3 | Hz = 3225:9 |
| 6 U B ----- | 146'5 | Hz = 3225:22 |
| 6 U M ----- | 268'7 | Hz = 3225:12 |
| 6 U A ----- | 366'4 | Hz = 3225:8'8 |

| | | |
|------------------------------|-------|----------------|
| 2 A B ----- | 167'1 | Hz = 3175:19 |
| 2 A M ----- | 260'0 | Hz = 3900:15 |
| 2 A A ----- | 513'8 | Hz = 3700:7'2 |
| 2 E B ----- | 168'8 | Hz = 3175:18'8 |
| 2 E M 164'8 ----- | 264'8 | Hz = 3575:13'5 |
| 2 E A ----- | 506'8 | Hz = 3700:7'3 |
| 2 I B ----- | 167'1 | Hz = 3175:19 |
| 2 I M ----- | 275'0 | Hz = 3575:13 |
| 2 I A ----- | 521'1 | Hz = 3700:7'1 |
| 2 O B ----- | 165'3 | Hz = 3175:19'2 |
| 2 O M ----- | 273'2 | Hz = 5000:13'3 |
| 2 O A ----- | 500'0 | Hz = 3700:7'4 |
| 2 U B ----- | 161'7 | Hz = 2750:17 |
| 2 U M ----- | 255'8 | Hz = 3275:12'8 |

| | | |
|-------------|-------|-----------------|
| 7 A B ----- | 179'1 | Hz = 3225:18 |
| 7 A M ----- | 247'9 | Hz = 2975:12 |
| 7 A A ----- | 471'3 | Hz = 10700:22'7 |
| 7 E M ----- | 257'6 | Hz = 3350:13 |
| 7 I B ----- | 223'4 | Hz = 3575:16 |
| 7I M ----- | 265'3 | Hz = 3450:13 |
| 70 M ----- | 186'7 | Hz = 3325:17'8 |
| 7 O M ----- | 261'3 | Hz = 3450:13'2 |
| 7 U B ----- | 175'0 | Hz = 2975:17 |
| 7 U M ----- | 265'3 | Hz = 3450:13 |

| | | |
|-------------|-------|-----------------|
| 3 A B ----- | 196'2 | Hz = 3925:20 |
| 3 A M ----- | 393 | Hz = 4325:11 |
| 3 E B ----- | 193'4 | Hz = 4450:23 |
| 3 E M ----- | 389'2 | Hz = 4050:10'4 |
| 3 E A ----- | 790'6 | Hz = 10200:12'9 |
| 3 I B ----- | 202'3 | Hz = 4250:21 |
| 3 I M ----- | 405 | Hz = 4050:10 |
| 3 I A ----- | 784'6 | Hz = 10200:13 |
| 3 O M ----- | 397'7 | Hz = 4375:11 |
| 3 O B ----- | 194'0 | Hz = 4075:21 |
| 3 O A ----- | 819'2 | Hz = 10650:13 |
| 3 U B ----- | 194'8 | Hz = 3800:19'5 |
| 3 U M ----- | 392'3 | Hz = 4375:11'15 |
| 3 U A ----- | 777'3 | Hz = 10650:13'7 |

| | | |
|-------------|-------|----------------|
| 9 A B ----- | 217'7 | Hz = 3550:16'3 |
| 9 A M ----- | 425'0 | Hz = 3400:8 |
| 9 A A ----- | 925'0 | Hz = 9250:10 |
| 9 E B ----- | 217'7 | Hz = 3550:16'3 |
| 9 E M ----- | 427'7 | Hz = 3550:8'3 |
| 9 E A ----- | 906'8 | Hz = 9250:10'2 |
| 9 I B ----- | 217'7 | Hz = 3550:16'3 |
| 9 I M ----- | 433'3 | Hz = 3900:9 |
| 9 I A ----- | 898'0 | Hz = 9250:10'3 |
| 9 O B ----- | 200'5 | Hz = 3550:17'7 |
| 9 O M ----- | 448'2 | Hz = 6275:14 |
| 9 O A ----- | 906'8 | Hz = 9250:10'2 |
| 9 U B ----- | 190'8 | Hz = 3550:18'6 |
| 9U M ----- | 445'0 | Hz = 6275:14'1 |
| 9U A ----- | 906'8 | Hz = 9250:10'2 |

| | | |
|-------------|-------|-----------------|
| 8 A M ----- | 520 | Hz = 8550:16'5 |
| 8 A A ----- | 850'0 | Hz = 12750:15 |
| 8 E B ----- | 236'6 | Hz = 5325:22'5 |
| 8 E M ----- | 524'5 | Hz = 8550:16'3 |
| 8 E A ----- | 850'0 | Hz = 12750:15 |
| 8 I B ----- | 253'5 | Hz = 5325:21 |
| 8 I M ----- | 513'6 | Hz = 3750:7'3 |
| 8 I A ----- | 838'8 | Hz = 12750:15'2 |
| 8 O B ----- | 237'5 | Hz = 4275:18 |
| 8 O M ----- | 514'7 | Hz = 8750:17 |
| 8 O A ----- | 796'8 | Hz = 12750:16 |
| 8 U B ----- | 251'4 | Hz = 4275:17 |
| 8 U M ----- | 530'3 | Hz = 8750:16'5 |
| 8 U A ----- | 812'1 | Hz = 12750:15'7 |

5.-

FRECUENCIAS DE CORTE DE LAS VOCALES EN LAS DIFERENTES
TESITURAS (GRAVE, MEDIA Y AGUDA).-

| | | | | | |
|--------------|---------|---|---------|---|---------|
| BAJO 1.- | | | | | |
| | a=3000 | | a=3078 | | a=3233 |
| G | e=3200 | | e=3361 | | e=3463 |
| | i=3100 | M | i=2988 | | i=3233 |
| | o=3100 | | o=3174 | A | o=3527 |
| | u=3175 | | u=3222 | | u=3326 |
| BAJO 2.- | | | | | |
| | a=3437 | | a=3385 | | a=3388 |
| | e=3505 | | e=3707 | | e=3777 |
| G | i=3615 | M | i=3087 | | i=3696 |
| | o=3086 | | o=3570 | A | o=3247 |
| | u=3192 | | u=3366 | | u=3461 |
| BAJO 3.- | | | | | |
| | a=3085 | | a=3073 | | a=----- |
| | e=3124 | | e=3078 | | e=2992 |
| G | i=3623 | M | i=3078 | | i=2976 |
| | o=3560 | | o=3463 | A | o=3007 |
| | u=3600 | | u=----- | | u=3734 |
| BARITONO 1.- | | | | | |
| | a=----- | | a=3156 | | a=3170 |
| | e=----- | | e=3060 | | e=3058 |
| G | i=----- | M | i=----- | | i=3058 |
| | o=3268 | | o=3358 | A | o=3132 |
| | u=----- | | u=3099 | | u=3132 |
| BARITONO 2.- | | | | | |
| | a=3225 | | a=3168 | | a=3224 |
| | e=3296 | | e=3354 | | e=3035 |
| G | i=3153 | M | i=3096 | | i=2965 |
| | o=3225 | | o=3408 | A | o=3224 |
| | u=3078 | | u=3225 | | u=3298 |
| TENOR 1.- | | | | | |
| | a=3676 | | a=3640 | | a=3597 |
| | e=3377 | | e=3442 | | e=3547 |
| G | i=3509 | M | i=3575 | | i=3647 |
| | o=3637 | | o=3825 | A | o=4000 |
| | u=3396 | | u=3326 | | u=----- |

TENOR2.-

| | | | | | |
|---|---------|---|--------|---|---------|
| | a=3583 | | a=3222 | | a=3770 |
| | e=----- | | e=3349 | | e=----- |
| G | i=3574 | M | i=3449 | A | i=----- |
| | o=3362 | | o=3397 | | o=----- |
| | u=2975 | | u=3184 | | u=----- |

MEZZO 1.-

| | | | | | |
|---|--------------------|---|--------|---|---------|
| | a =3925 | | a=4325 | | a=----- |
| | e=4450 | | e=4283 | | e=11860 |
| G | i=4249 | M | i=4050 | A | i=10199 |
| | o=4074 | | o=4374 | | o= 9830 |
| | u=3897 | | u=4316 | | u=----- |

MEZZO 2.-

| | | | | | |
|---|---------|---|--------|---|---------|
| | a=3702 | | a=3400 | | a=10175 |
| | e=3484 | | e=3849 | | e= 9068 |
| G | i=3484 | M | i=3899 | A | i= 9878 |
| | o=3409 | | o=3584 | | o= 9975 |
| | u=----- | | u=3560 | | u=----- |

SOPRANO

| | | | | | |
|---|---------|---|--------|---|---------|
| | a=----- | | a=3120 | | a=11900 |
| | e=4496 | | e=3671 | | e=12750 |
| G | i=5071 | M | i=3595 | A | i=10065 |
| | o=4275 | | o=3088 | | o=10359 |
| | u=4274 | | u=3710 | | u=10833 |

VOCAL " A "

BAJO 1 .-

G $F_1 = 636$
 $F_2 = 1090$
 $V = 1590$
 $E_2 = 2363$

M $F_1 = 577$
 $F_2 = 1154$
 $V = 1635$
 $E_2 = 2501$

A $F_1 = 587$
 $F_2 = 1175$
 $V = 1763$
 $E_2 = 2498$

BAJO 2 .-

G $F_1 = 520$
 $F_2 = 1041$
 $V = 1718$
 $E_2 = 2604$

M $F_1 = 507$
 $F_2 = 1015$
 $V = 1693$
 $E_2 = 2708$

A $F_1 = 616$
 $F_2 = 1232$
 $V = 1848$
 $E_2 = 2772$

BAJO 3 .-

G $F_1 = 514$
 $F_2 = 942$
 $V = 1585$
 $E_2 = 2571$

M $F_1 = 576$
 $F_2 = 960$
 $V = 1632$
 $E_2 = 2689$

A $F_1 = \text{-----}$
 $F_2 = \text{-----}$
 $V = \text{-----}$
 $E_2 = \text{-----}$

BARITONO 1 .-

G $F_1 = \text{-----}$
 $F_2 = \text{-----}$
 $V = \text{-----}$
 $E_2 = \text{-----}$

M $F_1 = 526$
 $F_2 = 1052$
 $V = 1709$
 $E_2 = 2630$

A $F_1 = \text{-----}$
 $F_2 = \text{-----}$
 $V = 1782$
 $E_2 = 2774$

BARITONO 2 .-

G $F_1 = 586$
 $F_2 = 952$
 $V = 1539$
 $E_2 = 2492$

M $F_1 = 528$
 $F_2 = 1056$
 $V = 1716$
 $E_2 = 2640$

A $F_1 = \text{-----}$
 $F_2 = \text{-----}$
 $V = \text{-----}$
 $E_2 = \text{-----}$

TENOR 1 .-

G $F_1 = 668$
 $F_2 = 1169$
 $V = 1671$
 $E_2 = 2673$

M $F_1 = 778$
 $F_2 = \text{-----}$
 $V = 1820$
 $E_2 = 2600$

A $F_1 = \text{-----}$
 $F_2 = \text{-----}$
 $V = 2055$
 $E_2 = 2826$

TENOR 2 .-

| | | | | | |
|---|--------------|---|---------------------|---|----------------------|
| G | $F_1 = 716$ | M | $F_1 = 743$ | A | $F_1 = \text{-----}$ |
| | $F_2 = 1074$ | | $F_2 = \text{----}$ | | $F_2 = \text{-----}$ |
| | $V = 1970$ | | $V = 1859$ | | $V = 1885$ |
| | $E_2 = 2866$ | | $E_2 = 2850$ | | $E_2 = 2592$ |

MEZZO 1 .-

| | | | | | |
|---|--------------|---|---------------------|---|----------------------|
| G | $F_1 = 785$ | M | $F_1 = 786$ | A | $F_1 = \text{-----}$ |
| | $F_2 = 1177$ | | $F_2 = \text{----}$ | | $F_2 = \text{-----}$ |
| | $V = 1962$ | | $V = 1965$ | | $V = \text{-----}$ |
| | $E_2 = 3140$ | | $E_2 = 3340$ | | $E_2 = \text{-----}$ |

MEZZO 2 .-

| | | | | | |
|---|---------------------|---|---------------------|---|----------------------|
| G | $F_1 = 653$ | M | $F_1 = 850$ | A | $F_1 = \text{-----}$ |
| | $F_2 = \text{----}$ | | $F_2 = \text{----}$ | | $F_2 = \text{-----}$ |
| | $V = 1960$ | | $V = 1912$ | | $V = \text{-----}$ |
| | $E_2 = 3049$ | | $E_2 = 2975$ | | $E_2 = \text{-----}$ |

SOPRANO .-

| | | | | | |
|---|----------------------|---|---------------------|---|----------------------|
| G | $F_1 = \text{-----}$ | M | $F_1 = 780$ | A | $F_1 = \text{-----}$ |
| | $F_2 = \text{-----}$ | | $F_2 = \text{----}$ | | $F_2 = \text{-----}$ |
| | $V = \text{-----}$ | | $V = 1820$ | | $V = \text{-----}$ |
| | $E_2 = \text{-----}$ | | $E_2 = 2860$ | | $E_2 = \text{-----}$ |

VOCAL " E "

BAJO 1.-

| | | |
|--|--|--|
| <p>G</p> <p>$F_1=300$ $F_2=1599$ $F_3=2399$ $F_4=2917$</p> | <p>M</p> <p>$F_1=373$ $F_2=1494$ $F_3=2241$ $F_4=2801$</p> | <p>A</p> <p>$F_1=577$ $F_2=1443$ $F_3=2020$ $F_4=2886$</p> |
|--|--|--|

BAJO 2.-

| | | |
|--|--|--|
| <p>G</p> <p>$F_1=295$ $F_2=1424$ $F_3=2191$ $F_4=2738$</p> | <p>M</p> <p>$F_1=421$ $F_2=1348$ $F_3=2190$ $F_4=2864$</p> | <p>A</p> <p>$F_1=581$ $F_2=1452$ $F_3=2324$ $F_4=2905$</p> |
|--|--|--|

BAJO 3.-

| | | |
|--|--|---|
| <p>G</p> <p>$F_1=312$ $F_2=1339$ $F_3=2142$ $F_4=2767$</p> | <p>M</p> <p>$F_1=384$ $F_2=1154$ $F_3=2597$ $F_4=2597$</p> | <p>A</p> <p>$F_1=664$ $F_2=---$ $F_3=2493$ $F_4=2493$</p> |
|--|--|---|

BARITONO 1.-

| | | |
|---|--|--|
| <p>G</p> <p>$F_1=----$ $F_2=----$ $F_3=----$ $F_4=----$</p> | <p>M</p> <p>$F_1=510$ $F_2=1275$ $F_3=2295$ $F_4=2805$</p> | <p>A</p> <p>$F_1=---$ $F_2=1529$ $F_3=2294$ $F_4=3058$</p> |
|---|--|--|

BARITONO 2.-

| | | |
|--|--|--|
| <p>G</p> <p>$F_1=429$ $F_2=1504$ $F_3=2149$ $F_4=3009$</p> | <p>M</p> <p>$F_1=516$ $F_2=1290$ $F_3=2193$ $F_4=2838$</p> | <p>A</p> <p>$F_1=---$ $F_2=1517$ $F_3=2276$ $F_4=3035$</p> |
|--|--|--|

TENOR 1.-

| | | |
|--|--|--|
| <p>G</p> <p>$F_1=455$ $F_2=1604$ $F_3=2313$ $F_4=3208$</p> | <p>M</p> <p>$F_1=529$ $F_2=1588$ $F_3=2912$ $F_4=2912$</p> | <p>A</p> <p>$F_1=2027$ $F_2=---$ $F_3=3041$ $F_4=3041$</p> |
|--|--|--|

TENOR 2.-

| | | | | | |
|---|--|---|---|---|--|
| G | F ₁ =----- F ₂ =----- F ₃ =----- F ₄ =----- | M | F ₁ =515 F ₂ =1674 F ₃ =2705 F ₄ = | A | F ₁ =----- F ₂ =----- F ₃ =----- F ₄ =----- |
|---|--|---|---|---|--|

MEZZO 1.-

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|
| G | F ₁ =450 F ₂ =1934 F ₃ =2418 F ₄ =3482 | M | F ₁ = F ₂ =2725 F ₃ = F ₄ = | A | F ₁ =----- F ₂ =----- F ₃ =----- F ₄ =----- |
|---|---|---|--|---|--|

MEZZO 2.-

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|
| G | F ₁ =500 F ₂ =1960 F ₃ =2613 F ₄ =3266 | M | F ₁ = F ₂ =2566 F ₃ = F ₄ = | A | F ₁ =----- F ₂ =----- F ₃ =----- F ₄ =----- |
|---|---|---|--|---|--|

SOPRANO .-

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|
| G | F ₁ =544 F ₂ =2248 F ₃ =2958 F ₄ =3786 | M | F ₁ = F ₂ =1993 F ₃ = F ₄ = | A | F ₁ =----- F ₂ =----- F ₃ =----- F ₄ =----- |
|---|---|---|--|---|--|

VOCAL " I "

BAJO 1.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | F ₁ =266 F ₂ =1688 F ₃ =2399 F ₄ =2933 | M | F ₁ =373 F ₂ =1587 F ₃ =2241 F ₄ =2614 | A | F ₁ =---- F ₂ =1763 F ₃ =2351 F ₄ =2939 |
|---|---|---|---|---|--|

BAJO 2.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | F ₁ =306 F ₂ =1807 F ₃ =2300 F ₄ =2957 | M | F ₁ =343 F ₂ =1715 F ₃ =2229 F ₄ =2401 | A | F ₁ =---- F ₂ =1848 F ₃ =2464 F ₄ =3388 |
|---|---|---|---|---|--|

BAJO 3.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | F ₁ =253 F ₂ =1630 F ₃ =2219 F ₄ =2717 | M | F ₁ =346 F ₂ =1539 F ₃ =2309 F ₄ =2693 | A | F ₁ =---- F ₂ =1322 F ₃ =2645 F ₄ = |
|---|---|---|---|---|--|

BARITONO 1.-

| | | | | | |
|---|--|---|--|---|--|
| G | F ₁ ===== F ₂ =---- F ₃ =---- F ₄ =---- | M | F ₁ =----- F ₂ =----- F ₃ =----- F ₄ =----- | A | F ₁ =---- F ₂ =2294 F ₃ =3058 F ₄ = |
|---|--|---|--|---|--|

BARITONO 2.-

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|
| G | F ₁ =315 F ₂ =1934 F ₃ =2723 F ₄ =3009 | M | F ₁ =---- F ₂ =2064 F ₃ =2838 F ₄ = | A | F ₁ =---- F ₂ =1482 F ₃ =2224 F ₄ =2965 |
|---|---|---|--|---|--|

TENOR 1.-

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| G | F ₁ =334 F ₂ =2005 F ₃ =2673 F ₄ =3342 | M | F ₁ =----- F ₂ =1925 F ₃ =2750 F ₄ =----- | A | F ₁ =----- F ₂ =----- F ₃ =2605 F ₄ =----- |
|---|---|---|--|---|---|

TENOR 2.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | $F_1 = 335$ $F_2 = 2457$ $F_3 = 3351$ $F_4 = 3351$ | M | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = 2255$ $F_3 =$ $F_4 = 3184$ | A | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = \text{-----}$ $F_3 = \text{-----}$ $F_4 = \text{-----}$ |
|---|---|---|---|---|--|

MEZZO 1.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | $F_1 = 303$ $F_2 = 2226$ $F_3 = 3440$ $F_4 = 3946$ | M | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = 2430$ $F_3 = 3645$ $F_4 =$ | A | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = \text{-----}$ $F_3 = \text{-----}$ $F_4 = \text{-----}$ |
|---|---|---|---|---|--|

MEZZO 2.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = 2177$ $F_3 = 3049$ $F_4 =$ | M | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = 2383$ $F_3 = 3249$ $F_4 =$ | A | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = \text{-----}$ $F_3 = \text{-----}$ $F_4 = \text{-----}$ |
|---|---|---|---|---|--|

SOPRANO .-

| | | | | | |
|-----|--|---|--|---|--|
| G = | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = 2789$ $F_3 = 4057$ $F_4 = 4817$ | M | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = \text{-----}$ $F_3 = 2311$ $F_4 = \text{-----}$ | A | $F_1 = \text{-----}$ $F_2 = \text{-----}$ $F_3 = \text{-----}$ $F_4 = \text{-----}$ |
|-----|--|---|--|---|--|

VOCAL "O"

BAJO 1.-

| | | |
|---|---|---|
| <p>G</p> <p>F₁ = 454 F₂ = 818 V = 1545 E₂ = 2454</p> | <p>M</p> <p>F₁ = 522 F₂ = --- V = 1587 E₂ = 2614</p> | <p>A</p> <p>F₁ = 705 F₂ = --- V = 1616 E₂ = 2498</p> |
|---|---|---|

BAJO 2.-

| | | |
|---|---|---|
| <p>G</p> <p>F₁ = 478 F₂ = 744 V = 1489 E₂ = 2554</p> | <p>M</p> <p>F₁ = 510 F₂ = 850 V = 1635 E₂ = 2693</p> | <p>A</p> <p>F₁ = 590 F₂ = --- V = 1474 E₂ = 2657</p> |
|---|---|---|

BAJO 3.-

| | | |
|---|---|---|
| <p>G</p> <p>F₁ = 445 F₂ = 801 V = 1602 E₂ = 2581</p> | <p>M</p> <p>F₁ = 538 F₂ = --- V = 1635 E₂ = 2693</p> | <p>A</p> <p>F₁ = 668 F₂ = --- V = 1670 E₂ = 2673</p> |
|---|---|---|

BARITONO 1.-

| | | |
|---|--|---|
| <p>G</p> <p>F₁ = 594 F₂ = 891 V = 1485 E₂ = 2376</p> | <p>M</p> <p>F₁ = 516 F₂ = 1033 V = 1679 E₂ = 2712</p> | <p>A</p> <p>F₁ = 978 F₂ = --- V = 1762 E₂ = 2740</p> |
|---|--|---|

BARITONO 2.-

| | | |
|---|--|---|
| <p>G</p> <p>F₁ = 501 F₂ = 859 V = 1433 E₂ = 2149</p> | <p>M</p> <p>F₁ = 524 F₂ = 1048 V = 1704 E₂ = 2752</p> | <p>A</p> <p>F₁ = 895 F₂ = --- V = 1791 E₂ = 2794</p> |
|---|--|---|

TENOR 1.-

| | | |
|---|--|--|
| <p>G</p> <p>F₁ = 611 F₂ = --- V = 1653 E₂ = 2645</p> | <p>M</p> <p>F₁ = 546 F₂ = 1092 V = 1775 E₂ = 2732</p> | <p>A</p> <p>F₁ = 1250 F₂ = --- V = 2150 E₂ = 3000</p> |
|---|--|--|

TENOR 2.-

G $F_1 = 616$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = 1867$
 $E_2 = 2801$

M $F_1 = 653$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = 1829$
 $E_2 = 2874$

A $F_1 = \text{---}$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = \text{---}$
 $E_2 = \text{---}$

MEZZO 1.-

G $F_1 = 620$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = 1940$
 $E_2 = 3298$

M $F_1 = 715$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = 1789$
 $E_2 = 3380$

A $F_1 = \text{---}$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = \text{---}$
 $E_2 = \text{---}$

MEZZO 2.-

G $F_1 = 601$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = 1805$
 $E_2 = 3208$

M $F_1 = 896$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = 1789$
 $E_2 = 3380$

A $F_1 = \text{---}$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = \text{---}$
 $E_2 = \text{---}$

SOPRANO

G $F_1 = 475$
 $F_2 = 950$
 $V = 2137$
 $E_2 = 3562$

M $F_1 = \text{---}$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = 2058$
 $E_2 = 2933$

A $F_1 = \text{---}$
 $F_2 = \text{---}$
 $V = \text{---}$
 $E_2 = \text{---}$

VOCAL "U"

 %

BAJO 1.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | F ₁ = 363 F ₂ = 636 V = 1363 E ₂ = 2454 | M | F ₁ = 369 F ₂ = 738 V = 1569 E ₂ = 2676 | A | F ₁ = 604 F ₂ = 1663 V = 1663 E ₂ = 2419 |
|---|---|---|---|---|--|

BAJO 2.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | F ₁ = 363 F ₂ = 742 V = 1596 E ₂ = 2660 | M | F ₁ = 354 F ₂ = 708 V = 1594 E ₂ = 2746 | A | F ₁ = 634 F ₂ = 1730 V = 1730 E ₂ = 2740 |
|---|---|---|---|---|--|

BAJO 3.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| G | F ₁ = 360 F ₂ = 720 V = 1530 E ₂ = 2700 | M | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = ---- E ₂ = ---- | A | F ₁ = 611 F ₂ = 1697 V = 1697 E ₂ = 2715 |
|---|---|---|---|---|--|

BARITONO .1

| | | | | | |
|---|--|---|--|---|--|
| G | F ₁ = 588 F ₂ = 1764 V = 1764 E ₂ = 2499 | M | F ₁ = 645 F ₂ = 1549 V = 1549 E ₂ = 2712 | A | F ₁ = 587 F ₂ = 1566 V = 1566 E ₂ = 2545 |
|---|--|---|--|---|--|

BARITONO .%-2

| | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|
| G | F ₁ = 469 F ₂ = 1392 V = 1392 E ₂ = 2125 | M | F ₁ = 671 F ₂ = 1612 V = 1612 E ₂ = 2821 | A | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = 1649 E ₂ = 2565 |
|---|--|---|--|---|---|

TENOR 1.-

| | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|
| G | F ₁ = 485 F ₂ = 1617 V = 1617 E ₂ = 2749 | M | F ₁ = 562 F ₂ = 1535 V = 1535 E ₂ = 2635 | A | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = ---- E ₂ = ---- |
|---|--|---|--|---|---|

TENOR2.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G | F ₁ = 350 F ₂ = 700 V = 1575 E ₂ = 2712 | M | F ₁ = 530 F ₂ = 530 V = 1592 E ₂ = 2786 | A | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = ---- E ₂ = ---- |
|---|---|---|---|---|---|

MEZZO 1.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G | F ₁ = 389 F ₂ = 779 V = 1753 E ₂ = 3117 | M | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = 1961 E ₂ = 3531 | A | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = ---- E ₂ = ---- |
|---|---|---|---|---|---|

MEZZO 2.-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G | F ₁ = 443 F ₂ = V = E ₂ = | M | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = 2002 E ₂ = 2026 | A | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = ---- E ₂ = ---- |
|---|---|---|---|---|---|

SOPRANO .-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G | F ₁ = F ₂ = V = 2011 E ₂ = 3017 | M | F ₁ = 795 F ₂ = 795 V = 1850 E ₂ = 2650 | A | F ₁ = ---- F ₂ = ---- V = ---- E ₂ = ---- |
|---|---|---|---|---|---|

7.-

GRAFICAS QUE RELACIONAN PRIMER Y SEGUNDO FORMANTE
ASI COMO LA FRECUENCIA EN LA QUE APARECE EL VALLE Y
LA ENVOLVENTE SEGUNDA.

H_{z.}
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
0

H_{z.}
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
0

Envolvente 2ª

Envolvente 2ª

Valle

Valle

F₁ - F₂

F₁ - F₂

"a" Grave

"a" Medie

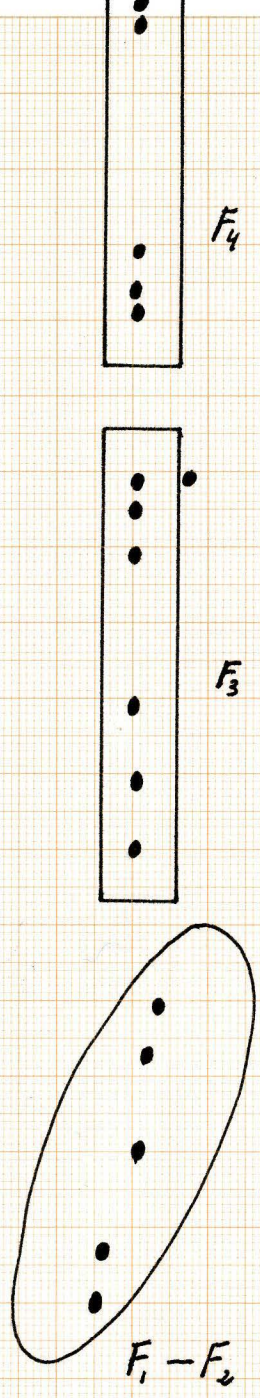
Bajas, Borstones y Tenores

Bajas, Borstones y Tenores

200 400 600 H_{z.}

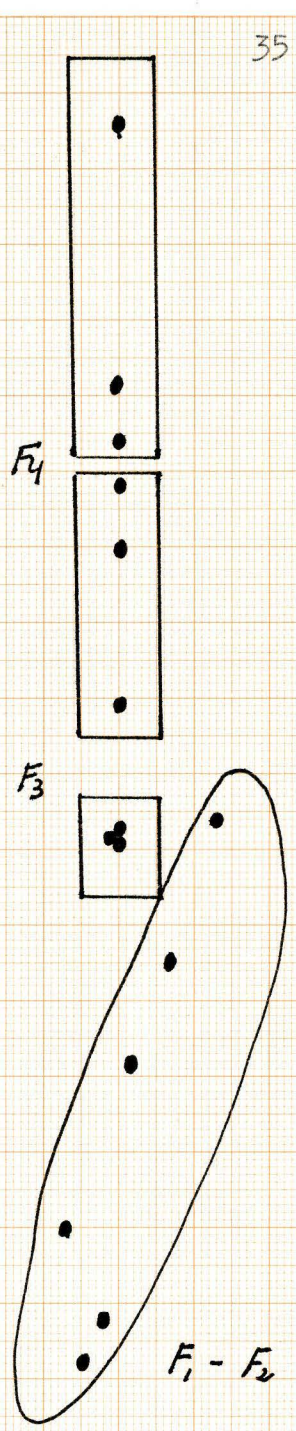
200 400 600 H_{z.}

Hz.
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600



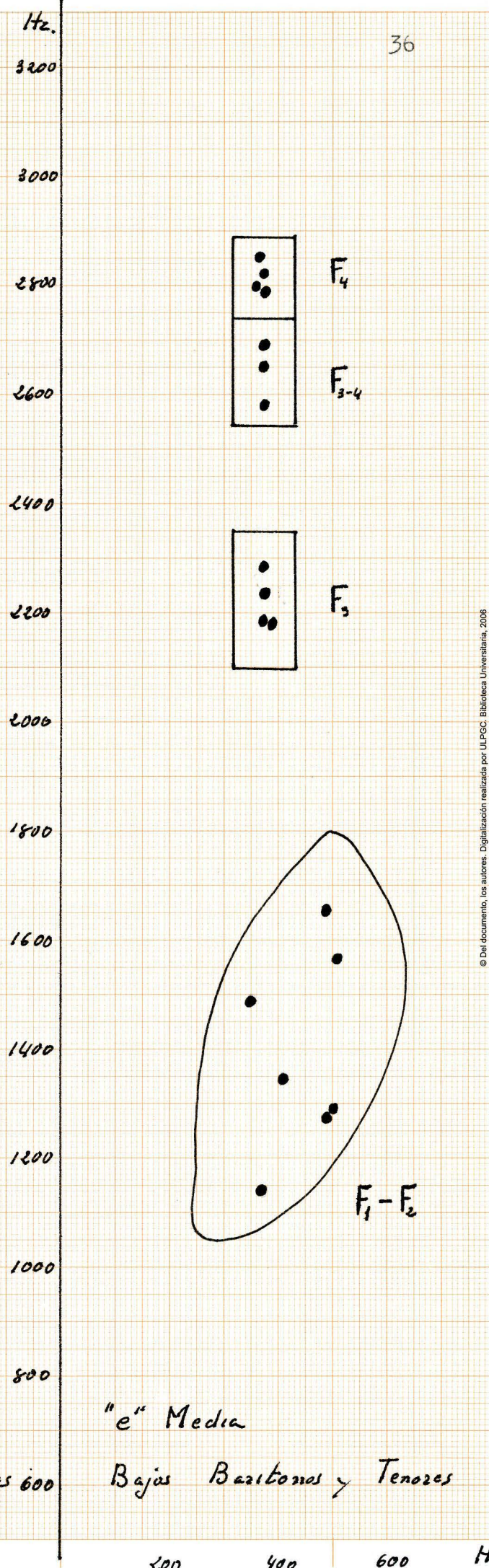
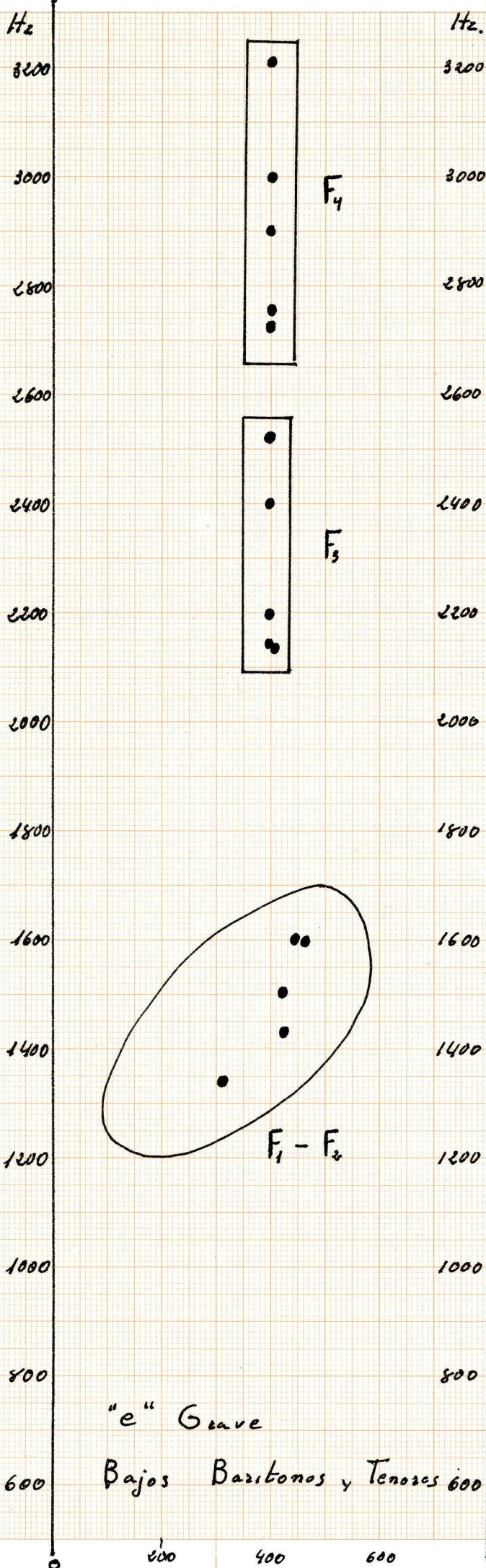
"i" Grave
Bajos, Baritonos y Tenores

Hz.
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600



"i" Media
Bajos, Baritonos y Tenores

0 200 400 600 Hz. 0 200 400 600 Hz.



Hz.
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600

Hz.
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600

Envolvente 2^a

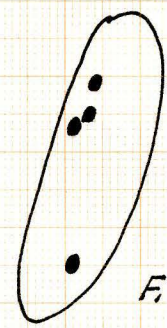
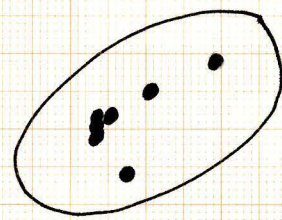
Envolvente 2^a

Valle

Valle

"O" Grave
Bajos, Bastones y Tenores

"O" Mediu
Bajos, Bastones y Tenores



Hz.
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600

Hz.
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600

Envolvente 2^a

Envolvente 2^a

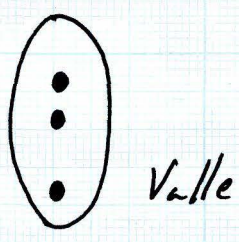
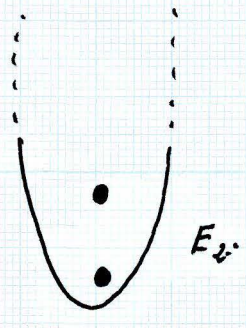
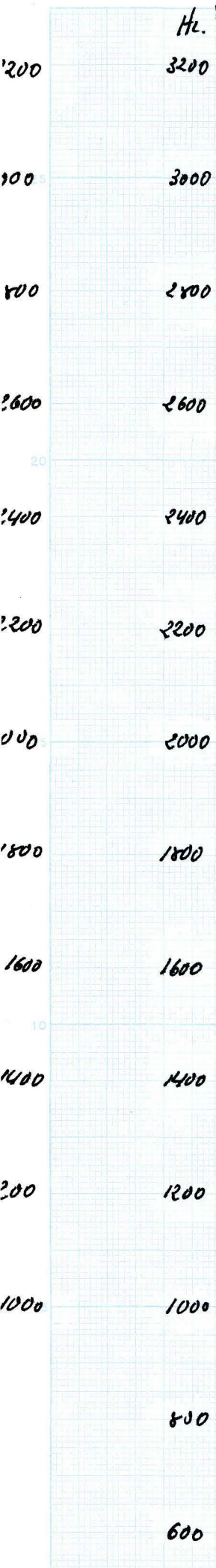
Valle

Valle

"u" Grave
Bajas, Barítonos y Tenores
F₁ - F₂

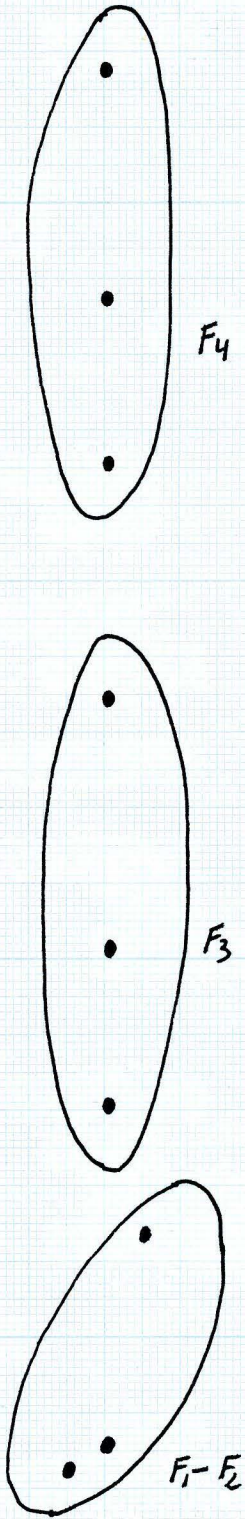
"u" Grave Media
Bajas, Barítonos y Tenores.
F₁ - F₂

38'



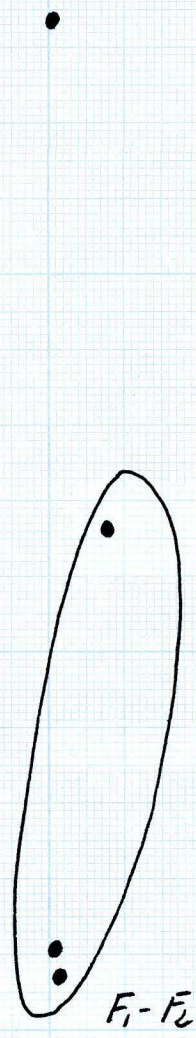
Vocal "a" Media
Mezzos y Soprano

Hz
3800
3600
3400
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200

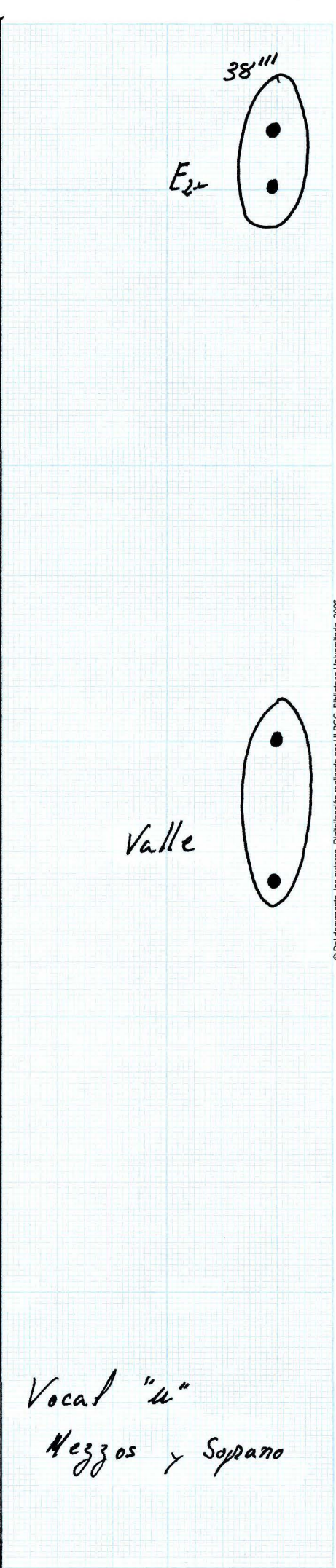
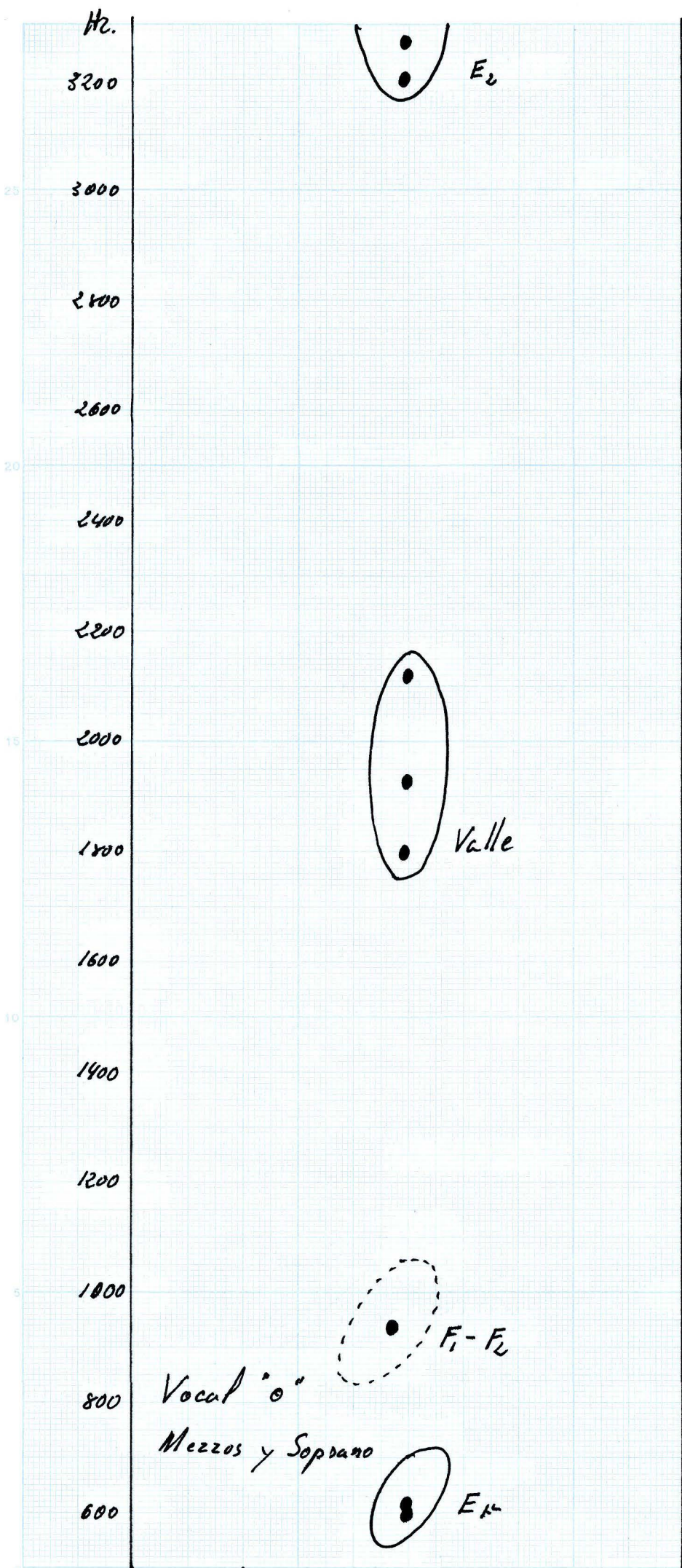


Vocal "e" Grave
Mezzos y Soprano

38"



Vocal "i" Grave
Mezzos y Soprano



8.-

DATOS MAS CARACTERISTICOS DE CADA GRAFICA

Ff.=Frecuencia fundamental.

A_x =Armonicos.

E. =Envolventes.

V. =Valles.

C.=Corte de armónicos.

En la parte inferior de las fotografías vienen expresadas tres anotaciones: la primera corresponde al n° del cantante; la segunda al tipo de vocal emitida ; y la tercera a la tesitura correspondiente, siendo 1,5,10, los tres Bajos; 4 y 6 los dos Barítonos; 2y7 los dos tenores; 3 y 9 las dos mezos y el 8 la soprano. En la tercera anotación ,"B"= Grave; "M"= Media; "A"= Aguda.

1 A B ..

Ff. = 90'9 Hz. A₂ = 181 Hz. A₇ = 636 Hz.
 A₁₂ = 1090'8 Hz. V_{17'5} = 1590'7 Hz. E₂₆^{2°} = 2363'4
 C₃₃ = 2999'7 Hz.

5 A B

F. f. = 104'6 Hz. A₂ = 208'3 A₅ = 520'8 Hz.
 A₁₀ = 1041'6 Hz. V_{16'5} = 1718 Hz. E₂₅^{2°} = 260 4 Hz.
 C₃₃ = 3437'2 Hz.

10 A B

Ff. = 85'7 Hz. A₂ = 171'4 Hz. A₆ = 514'2 Hz.
 A₁₁ = 942'8 Hz. V₁₂ = 1028 Hz. V_{18'5} = 1585'6 Hz.
 E₃₀^{2°} = 2571'3 Hz. C₃₆ = 3085 Hz.

2 A B

Ff. = 167'1 A₄ = 668'4 A₇ = 1169'7 Hz.
 V₁₀ = 1671 Hz. E₁₆^{2°} = 2673 C₂₂ = 3676'2 C₂₀ = 3342

7 A B

Ff. = 179'1 A₄ = 716'6 Hz. A₆ = 1074'9 Hz.
 V₁₁ = 1970 Hz. E₁₆^{2°} = 2866'5 Hz. C₂₀ = 3583'2 Hz.

3 A B

$$\begin{aligned}
 & \text{Ff.} = 196'2 \text{ Hz.} & A_4 = 785 \text{ Hz.} & A_6 = 1177'5 \text{ Hz.} \\
 & A_{14} = 2747 \text{ Hz.} & A_{19} = 3728 \text{ Hz.} & \\
 & E_{16}^{20} = 3140 \text{ Hz.} & C_{20} = 3925 \text{ Hz.} &
 \end{aligned}$$

9 A B

$$\begin{aligned}
 & \text{Ff.} = 217'7 \text{ Hz.} & A_3 = 653\cancel{8} \text{ Hz.} & V_{9,5} = 1960 \text{ Hz.} \\
 & E_{14}^{20} = 3049 \text{ Hz.} & C_{17} = 3702 \text{ Hz.} &
 \end{aligned}$$

6 A B

$$\begin{aligned}
 & \text{Ff.} = 146'5 \text{ Hz.} & A_4 = 586'3 \text{ Hz.} & V_{10,5} = 1539 \text{ Hz.} \\
 & E_{17}^{20} = 2492 \text{ Hz.} & C_{20} = 3225 \text{ Hz.} &
 \end{aligned}$$

1 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 192'4 \text{ Hz.} & A_3 = 577'2 \text{ Hz.} & A_6 = 1154'5 \text{ Hz.} \\
 V_{8,5} = 1635 \text{ Hz.} & E2^\circ_{13} = 2501'4 \text{ Hz.} & C_{16} = 3078'7 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

5 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 169'3 \text{ Hz.} & A_3 = 507'9 \text{ Hz.} & A_6 = 1015'8 \text{ Hz.} \\
 V_{10} = 1693'1 \text{ Hz.} & E2^\circ_{16} = 2708'9 \text{ Hz.} & C_{18} = 3385 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

10 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 192'1 \text{ Hz.} & A_3 = 576'3 \text{ Hz.} & A_5 = 960'5 \text{ Hz.} \\
 V_{8,5} = 1632'8 \text{ Hz.} & E2^\circ_{14} = 2689'4 \text{ Hz.} & C_{16} = 3073'6 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

2 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 260 \text{ Hz.} & A_3 = 780 \text{ Hz.} & A_{10} = 2600 \text{ Hz.} \\
 V_7 = 1820 \text{ Hz.} & E2^\circ_{10} = 2600 \text{ Hz.} & C_{14} = 3640 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

7 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 247'9 \text{ Hz.} & A_3 = 743'7 \text{ Hz.} & A_{11,5} = 2850 \text{ Hz.} \\
 V_{7,5} = 1859 & E2^\circ_{11,5} = 2850 \text{ Hz.} & C_{13} = 3222'8 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

3 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 393 \text{ Hz.} & A_2 = 786 \text{ Hz.} & A_9 = 3537 \text{ Hz.} \\
 V_5 = 1965 \text{ Hz.} & E2^\circ_{8,5} = 3340'6 \text{ Hz.} & C_{11} = 4325 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

9 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 425 \text{ Hz.} & A_2 = 850 \text{ Hz.} & A_7 = 2975 \text{ Hz.} \\
 V_{4,5} = 1912 \text{ Hz.} & E2^\circ_7 = 2975 \text{ Hz.} & C_8 = 3400 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

4 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 263 \text{ Hz.} & A_2 = 526 \text{ Hz.} & A_4 = 1052 \text{ Hz.} \\
 V_{6,5} = 1709 \text{ Hz.} & E2^\circ_{10} = 2630 \text{ Hz.} & C_{12} = 3156 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

6 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 264 & A_2 = 528 \text{ Hz.} & A_4 = 1056 \text{ Hz.} \\
 V_{6,5} = 1716 \text{ Hz.} & E2^\circ_{10} = 2640 \text{ Hz.} & C_{12} = 3168 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

8 A M

$$\begin{array}{lll}
 \text{Ff.} = 520 \text{ Hz.} & A_1 = 520 \text{ Hz.} & A_2 = 1040 \text{ Hz.} \\
 V_{3,5} = 1820 \text{ Hz.} & E2^\circ_{5,5} = 2860 \text{ Hz.} & C_6 = 3120 \text{ Hz.}
 \end{array}$$

1 A A

$$\begin{array}{lll} \text{Ff.} = 293'9 \text{ Hz.} & A_2 = 587'9 \text{ Hz.} & A_4 = 1175'9 \text{ Hz.} \\ V_6 = 1763 \text{ Hz.} & E^{2^\circ}_{8,5} = 2498'8 & C_{11} = 3233'7 \text{ Hz.} \end{array}$$

5 A A

$$\begin{array}{lll} \text{Ff.} = 308 \text{ Hz.} & A_2 = 616 \text{ Hz.} & A_4 = 1232 \text{ Hz.} \\ V_6 = 1848 \text{ Hz.} & E^{2^\circ}_9 = 2772 \text{ Hz.} & C_{11} = 3388 \text{ Hz.} \end{array}$$

2 A A

$$\begin{array}{lll} \text{Ff.} = 513'8 \text{ Hz.} & A_3 = 1541'6 & A_{5,5} = 2826 \text{ Hz.} \\ V_{4,5} = 2055 \text{ Hz.} & E^{2^\circ}_{5,5} = 2826'3 \text{ Hz.} & C_7 = 3597 \text{ Hz.} \end{array}$$

7 A A

$$\begin{array}{lll} \text{Ff.} = 471'3 \text{ Hz.} & A_3 = 1414'0 \text{ Hz.} & A_6 = 2828 \text{ Hz.} \\ V_{4,5} = 1885'2 \text{ Hz.} & E^{2^\circ}_{5,5} = 2592 \text{ Hz.} & C_8 = 3770'8 \text{ Hz.} \end{array}$$

4 A A

$$\begin{array}{lll} \text{Ff.} = 396'3 \text{ Hz.} & A_3 = 1189'0 \text{ Hz.} & A_7 = 2774'3 \text{ Hz.} \\ V_{4,5} = 1782 \text{ Hz.} & E^{2^\circ}_7 = 2774'3 \text{ Hz.} & C_8 = 3170'7 \text{ Hz.} \end{array}$$

6 A A

$$\begin{array}{lll} \text{Ff.} = 403'1 \text{ Hz.} & A_3 = 1209'3 \text{ Hz.} & A_6 = 2418'7 \text{ Hz.} \\ E^{2^\circ}_6 = 2418'7 \text{ Hz.} & C_8 = 3224'9 \text{ Hz.} & \end{array}$$

8 A A

Ff.=850 Hz. $A_2=1700$ $A_3=2550$ Hz.
 $A_4=3400$ Hz. $C_{14}=11900$ Hz.

9 A A

Ff.=925 Hz. $A_2=1850$ mHz. $A_3=2775$ Hz.
 $A_4=3700$ Hz. $C_{14}=10175$ Hz.

1 E B

$$\begin{aligned}
 & \text{Ff.} = 94'1 \text{ Hz.} & A_3 = 282'3 \text{ Hz.} & A_5 = 470'5 \text{ Hz.} \\
 & E2^\circ_{17} = 1599 \text{ Hz.} & E3^\circ_{25,5} = 2399'8 & E4^\circ_{31} = 2917'4 \text{ Hz.} \\
 & & C_{34} = 3199'7 \text{ Hz.} &
 \end{aligned}$$

5 E B

$$\begin{aligned}
 & \text{Ff.} = 105'5 \text{ Hz.} & A_{2,7} = 295'7 \text{ Hz.} & A_4 = 438'2 \text{ Gz.} \\
 & E2^\circ_{13} = 1424 \text{ Hz.} & E3^\circ_{20} = 2192 \text{ Hz.} & E4^\circ_{25} = 2738'7 \text{ Hz.} \\
 & & C_{32} = 3505 \text{ Hz.} &
 \end{aligned}$$

10 E B

$$\begin{aligned}
 & \text{Ff.} = 89'2 \text{ Hz.} & A_{3,5} = 312'4 \text{ Hz.} & \\
 & E2^\circ_{15} = 1339'2 \text{ Hz.} & E3^\circ_{24} = 2141 \text{ Hz.} & E4^\circ_{31} = 2767'6 \text{ Hz.} \\
 & & C_{35} = 3124'8 \text{ Hz.} &
 \end{aligned}$$

2 E B

$$\begin{aligned}
 & \text{Ff.} = 168'8 \text{ Hz.} & A_{2,7} = 455'9 \text{ Hz.} & \\
 & E2^\circ_{9,6} = 1604'3 \text{ Hz.} & E3^\circ_{15} = 2533'2 \text{ Hz.} & E4^\circ_{19} = 3208'8 \text{ Hz.} \\
 & & C_{20} = 3377'6 \text{ Hz.} &
 \end{aligned}$$

6 A B

$$\begin{aligned}
 & \text{Ff.} = 143'3 \text{ Hz.} & A_3 = 429'9 \text{ Hz.} & \\
 & E2^\circ_{10,5} = 1504'9 \text{ Hz.} & E3^\circ_{15} = 2149'9 \text{ Hz.} & E4^\circ_{21} = 3009'9 \text{ Hz.} \\
 & & C_{23} = 3296'5 \text{ Hz.} &
 \end{aligned}$$

3 E B

$$Ff. = 193'4 \text{ Hz.}$$

$$A_{2,3} = 449'9 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{10} = 1934'0 \text{ Hz.}$$

$$E3^\circ_{11,5} = 2418'3 \text{ Hz.}$$

$$E4^\circ_{18} = 3482'4 \text{ H}$$

$$C_{23} = 4450 \text{ Hz.}$$

9 E B

$$Ff. = 217'7 \text{ Hz.}$$

$$A_{2,3} = 500'9 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_9 = 1960 \text{ Hz.}$$

$$E3^\circ_{12} = 2614'4 \text{ Hz.}$$

$$E4^\circ_{15} = 3266'8 \text{ Hz.}$$

$$C_{16} = 3484'6 \text{ Hz.}$$

8 EB

$$Ff. = 236'6 \text{ Hz.}$$

$$A_{2,3} = 544'3 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{9,5} = 2248'2 \text{ Hz.}$$

$$E3^\circ_{12,5} = 2958'2 \text{ Hz.}$$

$$E4^\circ_{16} = 3786 \text{ Hz.}$$

$$C_{19} = 4496'5 \text{ Hz.}$$

1 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 186'7 \text{ Hz.} & A_2 &= 373'5 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_8 &= 1494'0 \text{ Hz.} & E3^\circ_{12} &= 2241'1 \text{ Hz.} & E4^\circ_{15} &= 2801'4 \text{ Hz.} \\
 C_{18} &= 3361'6 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

5bE M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 168'5 \text{ Hz.} & A_{2,5} &= 421'2 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_8 &= 1348 \text{ Hz.} & E3^\circ_{13} &= 2190'5 \text{ Hz.} & E4^\circ_{17} &= 2864'5 \text{ Hz.} \\
 C_{22} &= 3707 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

10 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 192'4 \text{ Hz.} & A_2 &= 384'8 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_6 &= 1154'6 \text{ Hz.} & E3^\circ_{-4} &= 13'5 = 2597'6 \text{ Hz.} \\
 C_{16} &= 3078'7 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

2 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 264'8 \text{ Hz.} & A_2 &= 529'6 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_6 &= 1588'8 \text{ Hz.} & E3^\circ_{-4} &= 2912'9 \text{ Hz.} \\
 C_{13} &= 3442'5 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

7 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 257'6 \text{ Hz.} & A_2 &= 515'3 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_{6,5} &= 1674'9 \text{ Hz.} & E3^\circ_{-4} &= 2705'7 \text{ Hz.} \\
 C_{13} &= 3349'9 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

4 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 255'0 \text{ Hz.} & A_2 &= 510 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_5 &= 1275 \text{ Hz.} & E3^\circ_9 &= 2295 \text{ Hz.} & E4^\circ_{11} &= 2805 \text{ Hz.} \\
 & & C_{12} &= 3060 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

6 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 258 \text{ Hz.} & A_2 &= 516 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_5 &= 1290 \text{ Hz.} & E3^\circ_{8,5} &= 2193 \text{ Hz.} & E4^\circ_{11} &= 2838 \text{ Hz.} \\
 & & C_{13} &= 3354 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

3 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 389'4 \text{ Hz.} & A_2 &= 778'8 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_7 &= 2725'9 \text{ Hz.} & C_{11} &= 4283'6 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

9 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 427'7 \text{ Hz.} & A2^\circ &= 855'4 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_6 &= 2566'2 & C_9 &= 3849 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

8 E M

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 524'5 \text{ Hz.} & E25_{3,8} &= 1993'2 \text{ Hz.} \\
 & & C_7 &= 3671 '7 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

1 E A

$$Ff.=288'6\text{bHz.} \quad A_2=577'2 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_5=1443'1 \text{ Hz.} \quad E3^\circ_7=2020'4 \text{ Hz.} \quad E4^\circ_{10}=2886'3 \text{ Hz.}$$

$$C_{12}=3463'5 \text{ Hz.}$$

5 E A

$$Ff.=290'5 \text{ Hz.} \quad A_2=581'1 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{5,5}=1452'8 \text{ Hz.} \quad E3^\circ_8=2324'4 \text{ Hz.} \quad E4^\circ_{10}=2905'6 \text{ Hz.}$$

$$C_{13}=3777'2 \text{ Hz.}$$

10 E A

$$Ff.=332'4 \text{ Hz.} \quad A_2=664'9 \text{ Hz.} \quad E_{7,5}=2493 \text{ Hz.}$$

$$C_9=2992'2 \text{ Hz.}$$

2 E A

$$Ff.=506'8 \text{ Hz.} \quad E4^\circ=2027'3 \text{ Hz.} \quad E_6=3041'0\text{Hz.}$$

$$C_7=3547'8 \text{ Hz.}$$

4 E A

$$Ff.=382'3 \text{ Hz.} \quad A_4=1529'4 \text{ Hz.} \quad E_6=2294 \text{ Hz.}$$

$$E_8=3058'8 \text{ Hz.} \quad C_8=3058 \text{ Hz.}$$

6 E A

$$Ff.=379'4 \text{ Hz.} \quad A_4=1517'6 \text{ Hz.} \quad E_6=2276'4 \text{ Hz.}$$

$$E_8=3035'2 \text{ Hz.} \quad C_8=3035'2 \text{ Hz.}$$

3 E A

Ff.=790'6 Hz. C₉=7116'2 Hz. C₁₁=11860 Hz.

9 E A

Ff.=906'8 Hz. C₁₀=9068 Hz.

8 E A

Ff.=850 Hz. C₁₅=12750 Hz.

1 I B

$$Ff.=88'8 \text{ Hz.} \quad A_3=266'6 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{19}=1688'6 \text{ Hz.} \quad E3^\circ_{27}=2399'7 \text{ Hz.} \quad E4^\circ_{33}=2933 \text{ Hz.}$$

$$C_{35}=3110'8 \text{ Hz.}$$

5 I B

$$Ff.=109'5 \text{ Hz.} \quad E1^\circ_{2,8}=306'7 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{16,5}=1807'5 \text{ Hz.} \quad E3^\circ_{21}=2300'5 \text{ Hz.} \quad E4^\circ_{27}=2957 \text{ Hz.}$$

$$C_{33}=3615 \text{ Hz.}$$

10 I B

$$Ff.=90'5 \text{ Hz.} \quad E1^\circ_{2,8}=253'6 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{=18}=1630 \text{ Hz.} \quad E3^\circ_{24,5}=2219'2 \text{ Hz.} \quad E4^\circ_{30}=2717 \text{ Hz.}$$

$$C_{40}=3623 \text{ Hz.}$$

2 I B

$$Ff.=167'1 \text{ Hz.} \quad A_2=334'2 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{200,5}= \quad E3^\circ_{16}=2673 \text{ Hz.} \quad E4^\circ_{20}=3342 \text{ Hz.}$$

$$C_{21}=3509 \text{ Hz.}$$

7 I B

$$Ff.=223'4 \text{ Hz.} \quad E1^\circ_{1,5}=335'1 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{11}=2457 \text{ Hz.} \quad E3^\circ_{15}=3351'3 \text{ Hz.} \quad C_{16}=3574 \text{ Hz.}$$

6 I B

$$Ff.=143'3 \quad E1^{\circ}_{2,3}=315'3 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{13,5}=1934'9 \text{ nHz.} \quad E3^{\circ}_{19}=2723'2 \text{ Hz.} \quad E4^{\circ}_{21}=3009'9 \text{ Hz.}$$

$$C_{22}=3153'2 \text{ Hz.}$$

3 I B

$$Ff.=202'3 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{1,9}=303'5 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{11}=2226'1 \text{ Hz.} \quad E3^{\circ}_{17}=3440'4 \text{ Hz.} \quad E4^{\circ}_{19,5}=3946'4 \text{ Hz.}$$

$$C_{21}=4249'9 \text{ Hz.}$$

9 I B

$$Ff.=217'7 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{1,5}=326'6 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{10}=2177'9 \text{ Hz.} \quad E3^{\circ}-4^{\circ}_{14}=3049'0 \text{ Hz.}$$

$$C_{16}=3484'6 \text{ Hz.}$$

8 I B

$$Ff.=253'5 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{1,5}=380'3 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{11}=2789'2 \text{ Hz.} \quad E3^{\circ}_{16}=4057'1 \text{ Hz.} \quad E4^{\circ}_{19}=4817'3 \text{ Hz.}$$

$$C_{20}=5071'4 \text{ Hz.}$$

1 I M

$$Ff.=186'7 \text{ Hz. } A_2=373'5 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{8,5}=1587'4 \text{ Hz. } E3^\circ_{12}=2241'1 \text{ Hz. } E4^\circ_{14}=2614 \text{ Hz.}$$

$$C_{16}=2988'1 \text{ Hz.}$$

5 I M

$$Ff.=171'5 \text{ Hz. } A_2=343'0 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{10}=1715'3 \text{ Hz. } E3^\circ_{13}=2229'8 \text{ Hz. } E4^\circ_{14}=2491'4 \text{ Hz.}$$

$$C_{18}=3087'5 \text{ Hz.}$$

10 I M

$$Ff.=192'4 \text{ Hz. } E1^\circ_{1,8}=346' / 3$$

$$E2^\circ_8=1539'3 \text{ Hz. } E3^\circ_{12}=2309 \text{ Hz. } E4^\circ_{14}=2693 \text{ Hz.}$$

$$C_{16}=3078'7 \text{ Hz.}$$

2 I M

$$Ff.=275 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_7=1925 \text{ Hz. } E3^\circ-4^\circ_{10}=2750 \text{ Hz.}$$

$$C_{13}=3573 \text{ Hz.}$$

7 I M

$$Ff.=265'3 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{8,5}=2255 \text{ Hz. } E3^\circ-4^\circ_{12}=3184 \text{ Hz.}$$

$$C_{13}=3449 \text{ Hz.}$$

6 I M

$$Ff. = 258 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_8 = 2064 \text{ Hz.} \quad E3^{\circ}_{11} = 2838 \text{ Hz.}$$

$$C_{12} = 3096 \text{ Hz.}$$

3 I M

$$Ff. = 405 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_6 = 2430 \text{ Hz.} \quad E3^{\circ}_9 = 3645 \text{ Hz.}$$

$$C_{10} = 4050 \text{ Hz.}$$

9nI M

$$Ff. = 433'3 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{5'5} = 2383'3 \text{ Hz.} \quad E3^{\circ}_{7'5} = 3249'9 \text{ Hz.}$$

$$C_9 = 3899'9 \text{ Hz.}$$

8 I M

$$Ff. = 513\frac{1}{2} \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{4'5} = 2311'6 \text{ Hz.} \quad C_7 = 3595'3 \text{ Hz.}$$

1 I A

$$Ff. = 293'9 \text{ Hz.} \quad E_6 = 1763 \text{ Hz.}$$

$$E_8 = 2351 \text{ Hz.} \quad E_{10} = 2939'8 \text{ Hz.} \quad C_{11} = 3233'7 \text{ Hz.}$$

5 I A

$$Ff. = 308 \text{ Hz.} \quad E_6 = 1848 \text{ Hz.}$$

$$E_8 = 2464 \text{ Hz.} \quad E_{11} = 3388 \text{ Hz.} \quad C_{12} = 3696 \text{ Hz.}$$

10 I A

$$Ff. = 330'7 \quad E_{2^{\circ}4} = 1322'8 \text{ Hz.} \quad E_{3^{\circ}8} = 2645'6 \text{ Hz.}$$

$$C_9 = 2976'3 \text{ Hz.}$$

2 I A

$$Ff. = 521 \text{ Hz.} \quad E_4 = 2084 \text{ Hz.} \quad E_5 = 2605 \text{ Hz.}$$

$$C_7 = 3647 \text{ Hz.}$$

4 I A

$$Ff. = 382'3 \text{ Hz.} \quad E_{2^{\circ}6} = 2294'1 \text{ Hz.} \quad E_8 = 3058'8 \text{ Hz.}$$

$$C_8 = 3058'8 \text{ Hz.}$$

6 I A

$$Ff. = 370'6 \text{ Hz.} \quad E_6 = 2224'0 \text{ Hz.} \quad E_4 = 1482'7 \text{ Hz.}$$

$$E_8 = 2965'4 \text{ Hz.} \quad C_8 = 2965'4 \text{ Hz.}$$

3 I A

$$Ff.=784'6 \quad C_{13}=10199 \text{ Hz.}$$

9 I A

$$Ff.=898'0 \text{ Hz.} \quad C_{11}=9878 \text{ Hz.}$$

8 I A

$$Ff.=838'8 \text{ Hz.} \quad E2^{\circ}_7=5871'6 \text{ Hz.}$$

$$E3^{\circ}_{11}=9226'9 \text{ Hz.} \quad C_{12}=10065'7 \text{ Hz.}$$

1 0 B

$$Ff.=90'9 \text{ Hz. } A_5=454'5 \text{ Hz. } A_9=818 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{27}=2454'3 \text{ Hz. } V_{17}=1545'3 \text{ Hz. } C_{34}=3090'6 \text{ Hz.}$$

5 0 B

$$Ff.=106'4 \text{ Hz. } E1^\circ_{4,5}=478'8 \text{ Hz.}$$

$$A_7=744'9 \text{ Hz. } V_{14}=1489'8 \text{ Hz. } E2^\circ_{24}=2554'0 \text{ Hz.}$$

$$C_{29}=3086'1 \text{ Hz.}$$

10 0 B

$$Ff.=89'0 \text{ Hz. } A_5=445 \text{ Hz. } A_9=801 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{29}=2581 \text{ Hz. } V_{18}=1602 \text{ Hz. } C_{40}=3560 \text{ Hz.}$$

2 0 B

$$Ff.=165'3 \text{ Hz. } E_{3,7}=611'8 \text{ Hz. } E2^\circ_{16}=2645'7 \text{ Hz.}$$

$$V_{10}=1653 \text{ Hz. } C_{22}=3737'9$$

7 0 B

$$Ff.=186'7 \text{ Hz. } E1^\circ_{3,3}=616'4 \text{ Hz, } E2^\circ_{15}=2801'8 \text{ Hz.}$$

$$V_{10}=1867 \text{ Hz. } C_{18}=3362'2 \text{ Hz.}$$

4 0 B

$$Ff.=148'5 \text{ Hz. } E1^\circ_4=594'2 \text{ Hz. } E2^\circ_{16}=2376'9 \text{ Hz.}$$

$$A_6=891'3 \text{ Hz. } V_{10}=1485 \text{ Hz. } C_{22}=3268'3 \text{ Hz.}$$

6 0 B

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 143'3 \text{ Hz.} & E1^\circ_{/80} &= 501'6 \text{ Jz.} \\
 E2^\circ_{15} &= 2149'9 \text{ Hz.} & A_6 &= 859'9 \text{ Hz.} & V_{10} &= 1433'3 \text{ Hz.} \\
 C_{29,5} & \hat{=} 3225 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

9 0 B

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 200'5 \text{ Hz.} & E1^\circ_3 &= 601'6 \text{ Hz.} & E2^\circ_{16} &= 3208'9 \text{ Hz.} \\
 V_9 &= 1805 \text{ Hz.} & C_{17} &= 3409'5 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

3 0 B

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 194'0 \text{ Hz.} & E1^\circ_{3,2} &= 620'9 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_{17} &= 3298'6 \text{ Hz.} & C_{21} &= 4074'8 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

8 0 B

$$\begin{aligned}
 Ff. &= 237'5 \text{ Hz.} & A_2 &= 475 \text{ Hz.} & A_4 &= 950 \text{ Hz.} \\
 E2^\circ_{15} &= 3562'5 \text{ Hz.} & V_9 &= 2137'5 \text{ Hz.} & C_{18} &= 4275 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

1 0 M

$$Ff.=186'7 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{2,8}=522'9 \text{ Hz.} \quad E2^{\circ}_{14}=2614'6 \text{ Hz.}$$

$$V_{8,5}=1587'4 \text{ Hz.} \quad C_{17}=3174'9 \text{ Hz.}$$

5 0 M

$$Ff.=170 \text{ Hz.} \quad A_3=510 \text{ Hz.} \quad E2^{\circ}_{16}=2720 \text{ Hz.}$$

$$A_5=850 \text{ Hz.} \quad V_{10}=1700 \text{ Hz.} \quad C_{21}=3570 \text{ Hz.}$$

.....

10 0 M

$$Ff.=192'4 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{2,8}=538'7 \text{ Hz.} \quad E2^{\circ}_{14}=2693'8 \text{ Hz.}$$

$$V_{8,5}=1635'5 \text{ Hz.} \quad C_{18}=3463'5 \text{ Hz.}$$

2 0 M

$$Ff.=273'2 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{2,8}=765'0 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{10}=2732 \text{ Hz.} \quad A_2=546'4 \text{ Hz.} \quad A_4=1092'8 \text{ Hz.}$$

$$V_{6,5}=1775'9 \text{ Hz.} \quad C_{14}=3825'0 \text{ Hz.}$$

7 0 M

$$Ff.=261'3 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{2,5}=653'4 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{11}=2874'4 \text{ Hz.} \quad V_7=1827'5 \text{ Hz.} \quad C_{13}=3397'6 \text{ Hz.}$$

4 0 M

$$Ff.=258'3 \text{ Hz.} \quad A_2=516'6 \text{ Hz.} \quad A_4=1033 \text{ Hz.}$$

$$V_{6,5}=1679'1 \text{ Hz.} \quad C_{13}=3358'2 \text{ Hz.}$$

6 0 M

$$Ff.=262'1 \text{ Hz.} \quad A_2=524 \text{ Hz.} \quad A_4=1048 \text{ Hz.}$$

$$V_{6,5} \bar{H}=1704 \text{ Hz.} \quad E2^\circ_{10,5}=2752'9 \text{ Hz.} \quad C_{13}=3408'4 \text{ Hz.}$$

3 0 M

$$Ff.=397'7 \text{ Hz.} \quad E1^\circ_{1,8}=715'8 \quad E2^\circ_{8,5}=3380 \text{ Hz.}$$

$$V_{4,5}=1789 \text{ Hz.} \quad C_{11}=4374'9 \text{ Hz.}$$

9 0 M

$$Ff.=448'2 \text{ Hz.} \quad A_2=896'4 \text{ Hz.} \quad E2^\circ_{6,8}=3047'8 \text{ Hz.}$$

$$V_{4,5}=2016'9 \text{ Hz.} \quad C_8=3584 \text{ Hz.}$$

8 0 M

$$Ff.=514'7 \text{ Hz.} \quad E2^\circ_{5,7}=2933'7 \text{ Hz.}$$

$$V_4=2058'8 \text{ Hz.} \quad C_6=3088'2 \text{ Hz.}$$

ORIGINAL

1 0 A

$$Ff.=293'9 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{2,4}=705'5 \text{ Hz.} \quad E2^{\circ}_{8,5}=2498'8$$

$$V_{5,5}=1616'8 \text{ Hz.} \quad C_{12}=3527'7 \text{ Hz.}$$

5 0 A

$$Ff.=295'2 \text{ Hz.} \quad A_2=590'5 \text{ Hz.} \quad A_9=2657'4 \text{ Hz.}$$

$$V_5=1476'3 \text{ Hz.} \quad C_{11}=3247'9 \text{ Hz.}$$

10 0 A

$$Ff.=334'1 \text{ Hz.} \quad A_2=668'3 \text{ Hz.} \quad A_8=2673'5 \text{ Hz.}$$

$$V_5=1670'9 \text{ Hz.} \quad C_9=3007'7 \text{ Hz.}$$

4 0 A

$$Ff.=391'5 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{2,5}=978'9 \text{ Hz.} \quad E2^{\circ}_{7,8}=2740'9 \text{ Hz.}$$

$$V_{4,5}=1702'0 \text{ Hz.} \quad C_8=3132 \text{ Hz.}$$

6 0 A

$$Ff.=358'3 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{2,5}=895'8 \text{ Hz.}$$

$$E2^{\circ}_{7,8}=2794'9 \text{ Hz.} \quad V_5=1791'6 \text{ Hz.} \quad C_9=3224'9 \text{ Hz.}$$

2 0 A

$$Ff.=500 \text{ Hz.} \quad E1^{\circ}_{2,5}=1250 \text{ Hz.} \quad E2^{\circ}_6=3000 \text{ Hz.}$$

$$V_{4,3}=2150 \text{ Hz.} \quad C_8=4000 \text{ Hz.}$$

3 0 A

Ff.=819'2 Hz.

 $C_{12}=9830'7 \text{ Hz.}$ $C_{18}=14746'1 \text{ Hzi}$

9 0 A

Ff.=906'8 Hz.

 $C_{11}=9975'4 \text{ Hz.}$

8 0 A

Ff.=796'8 Hzi

 $C_{13}=10359'3 \text{ Hz.}$

1 U B

$$\begin{aligned} \text{Ff.} &= 30'9 \text{ Hz.} & A_4 &= 363'6 \text{ Hz.} & A_7 &= 636 \text{ Hz.} \\ E_{27}^{\circ} &= 2454'3 \text{ Hz.} & V_{15} &= 1363'5 \text{ Hz.} & C_{35} &= 3175 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

5 U B

$$\begin{aligned} \text{Ff.} &= 106'4 \text{ Hz.} & A_4 &= 425'6 \text{ Hz.} & A_7 &= 742 \text{ Hz.} \\ A_3 &= 318 \text{ Hz.} & E_{25}^{\circ} &= 2660'5 \text{ Hz.} & V_{15} &= 1596'3 \text{ Hz.} \\ C_{30} &= 3192 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

10 U B

$$\begin{aligned} \text{Ff.} &= 90 \text{ Hz.} & A_4 &= 360 \text{ Hz.} & A_8 &= 720 \text{ Hz.} \\ E_{30}^{\circ} &= 2700 \text{ Hz.} & V_{17} &= 1530 \text{ Hz.} & C_{40} &= 3600 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

2 U B

$$\begin{aligned} \text{Ff.} &= 161'7 \text{ Hz.} & A_3 &= 485'2 \text{ Hz.} & E_{17}^{\circ} &= 2749'9 \text{ Hz.} \\ V_{10} &= 1617 \text{ Hz.} & C_{21} &= 3396'9 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

7 U B

$$\begin{aligned} \text{Ff.} &= 175 \text{ Hz.} & A_2 &= 350 \text{ Hz.} & A_4 &= 700 \text{ Hz.} \\ E_{15'5}^{\circ} &= 2712'5 \text{ Hz.} & V_9 &= 1575 \text{ Hz.} & C_{17} &= 2975 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

4 U B

$$\begin{aligned} \text{Ff.} &= 147 \text{ Hz.} & A_3 &= 441 \text{ Hz.} & A_4 &= 588 \text{ Hz.} \\ E_{17}^{\circ} &= 2499 \text{ Hz.} & V_{12} &= 1764 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

6 U B

$$Ff. = 146'5 \text{ Hz.} \quad E1^\circ_{3,2} = 469'0 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{14,5} = 2125'5 \text{ Hz.} \quad V_{9,5} = 1392'6 \text{ Hz.} \quad C_{21} = 3078 \text{ Hz.}$$

3 U B

$$Ff. = 194'8 \text{ Hz.} \quad A_2 = 389'6 \text{ Hz.} \quad A_4 = 779'2 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{16} = 3117'9 \text{ Hz.} \quad V_9 = 1753'8 \text{ Hz.} \quad C_{20} = 3897 \text{ Hz.}$$

8 U B

$$Ff. = 251'4 \text{ Hz.} \quad E1^\circ_{2,3} = 578'3 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{12} = 3017'6 \text{ Hz.} \quad V_8 = 2011'7 \text{ Hz.} \quad C_{17} = 4274 \text{ Hz.}$$

9 U B

$$Ff. = 221'8 \text{ Hz.} \quad A_2 = 443'7 \text{ Hz.}$$

1 U M

$$Ff.=184'5 \text{ Hz. } A_2=369'0 \text{ Hz. } A_4=738'0 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{14,5}=2676'5 \text{ Hz. } V_{8,5}=1569 \text{ Hz. } C_{18}=3322'6 \text{ Hz.}$$

5 U M

$$Ff.=177'2 \text{ Hz. } A_2=354'4 \text{ Hz. } A_4=708'8 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{15,5}=2746'7 \text{ Hz. } V_9=1594'8 \text{ Hz. } A_5=880 \text{ Hz.}$$

$$C_{19}=3366'9 \text{ Hz.}$$

2 U M

$$Ff.=255'8 \text{ Hz. } E1^\circ_{2,2}=562'8 \text{ Hz. } E2^\circ_{10,5}=2635 \text{ Hz.}$$

$$V_6=1535'1 \text{ Hz. } C_{13}=3326'0 \text{ Hz.}$$

7 U M

$$Ff.=265'3 \text{ Hz. } A_2=530'7 \text{ Hz. } E2^\circ_{10,5}=2786'5 \text{ Hz.}$$

$$V_6=1592'9 \text{ Hz. } C_{12}=3184'9 \text{ Hz.}$$

4 U M

$$Ff.=258'3 \text{ Hz. } E1^\circ_{2,5}=645'8 \text{ Hz. } E2^\circ_{10,5}=2712 \text{ Hz.}$$

$$V_6=1549'9 \text{ Hz. } C_{12}=3099'9$$

6 U M

$$Ff.=268'7 \text{ Hz. } E1^\circ_{2,5}=671'8 \text{ Hz. } E2^\circ_{10,5}=2821'8 \text{ Hz.}$$

$$V_{1612} \quad V_6=1612 \text{ Hz. } C_{12}=3225 \text{ Hz.}$$

3 U M

$$Ff.=392'3 \text{ Hz.} \quad V_5=1962 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_9=3531 \text{ Hz.} \quad C_{11}=4316 \text{ Hz.}$$

9 U M

$$Ff.=445 \text{ Hz.} \quad V_{4,5}=2002'5$$

$$E2^\circ_{6,8}=2026 \text{ Hz.} \quad C_8=3560 \text{ Hz.}$$

8 U M

$$Ff.=530 \text{ Hz.} \quad E1^\circ_{1,5}=795 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_5=2650 \text{ Hz.} \quad V_{3,5}=1855 \text{ Hz.} \quad C_7=3710 \text{ Hz.}$$

1 U A

$$Ff.=302'3 \text{ Hz. } A_2=604'7 \text{ Hz. } E2^\circ_8=2419 \text{ Hz.}$$

$$V_{5,5}=1663'0 \text{ Hz. } C_{11}=3326'1 \text{ Hz.}$$

5 U A

$$Ff.=288'4 \text{ Hz. } E1^\circ_{2,2}=634'6 \text{ Hz. } E2^\circ_{9,5}=2740'3 \text{ Hz.}$$

$$V_6=1730'7 \text{ Hz. } C_{12}=3461'5 \text{ Hz.}$$

10 U A

$$Ff.=339'4 \text{ Hz. } E1^\circ_{1,8}=611 \text{ Hz. } E2^\circ_8=2715 \text{ Hz.}$$

$$V_5=1697'3 \text{ Hz. } C_{11}=3734'1 \text{ Hz.}$$

4 U A

$$Ff.=391'5 \text{ Hz. } E1^\circ_{1,5}=587'3 \text{ Hz.}$$

$$E2^\circ_{6,5}=2545'1 \text{ Hz. } V_4=1566 \text{ Hz. } C_8=3132'4 \text{ Hz.}$$

6 U A

$$Ff.=366'4 \text{ Hz. } A_2=732'9 \text{ Hz. } A_7=2565'2 \text{ Hz.}$$

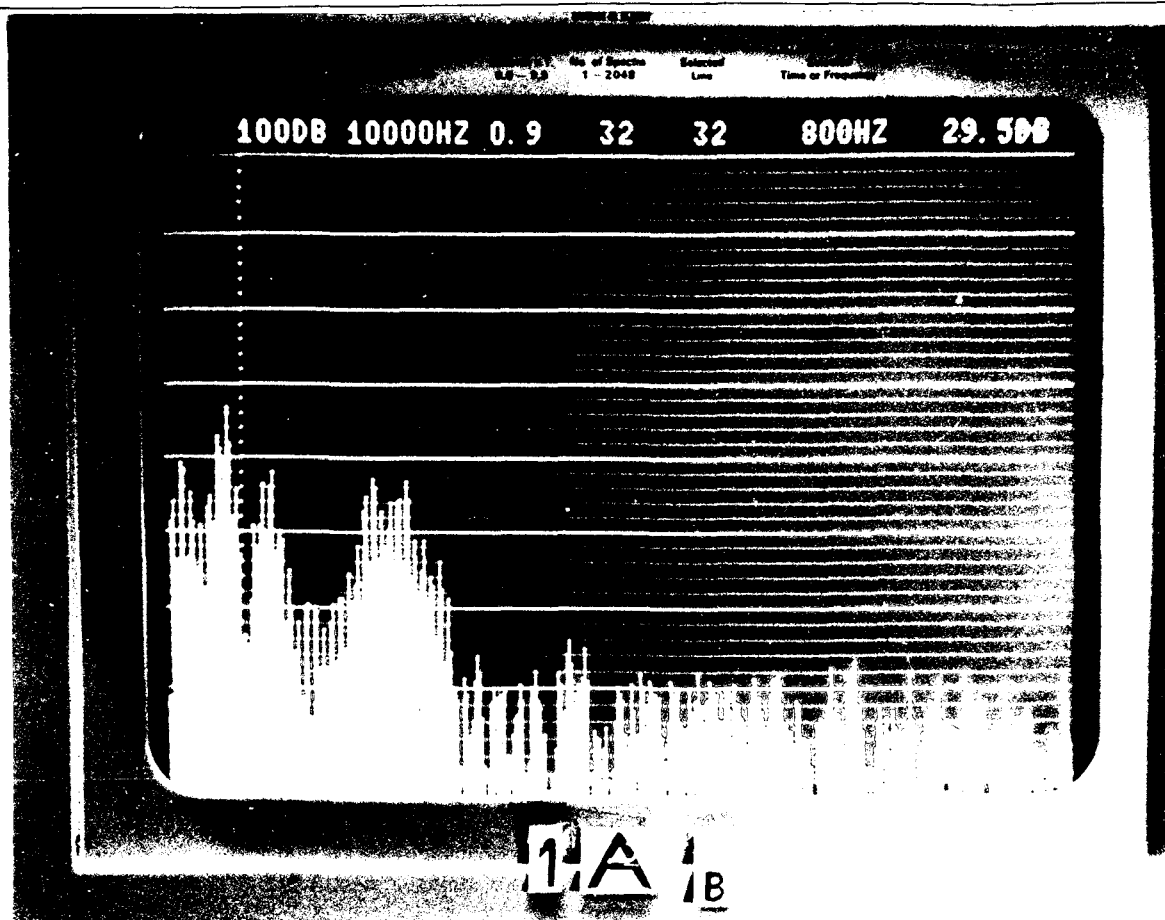
$$V_{4,5}=1649'1 \text{ Hz. } C_9=3298'2 \text{ Hz.}$$

8nU A

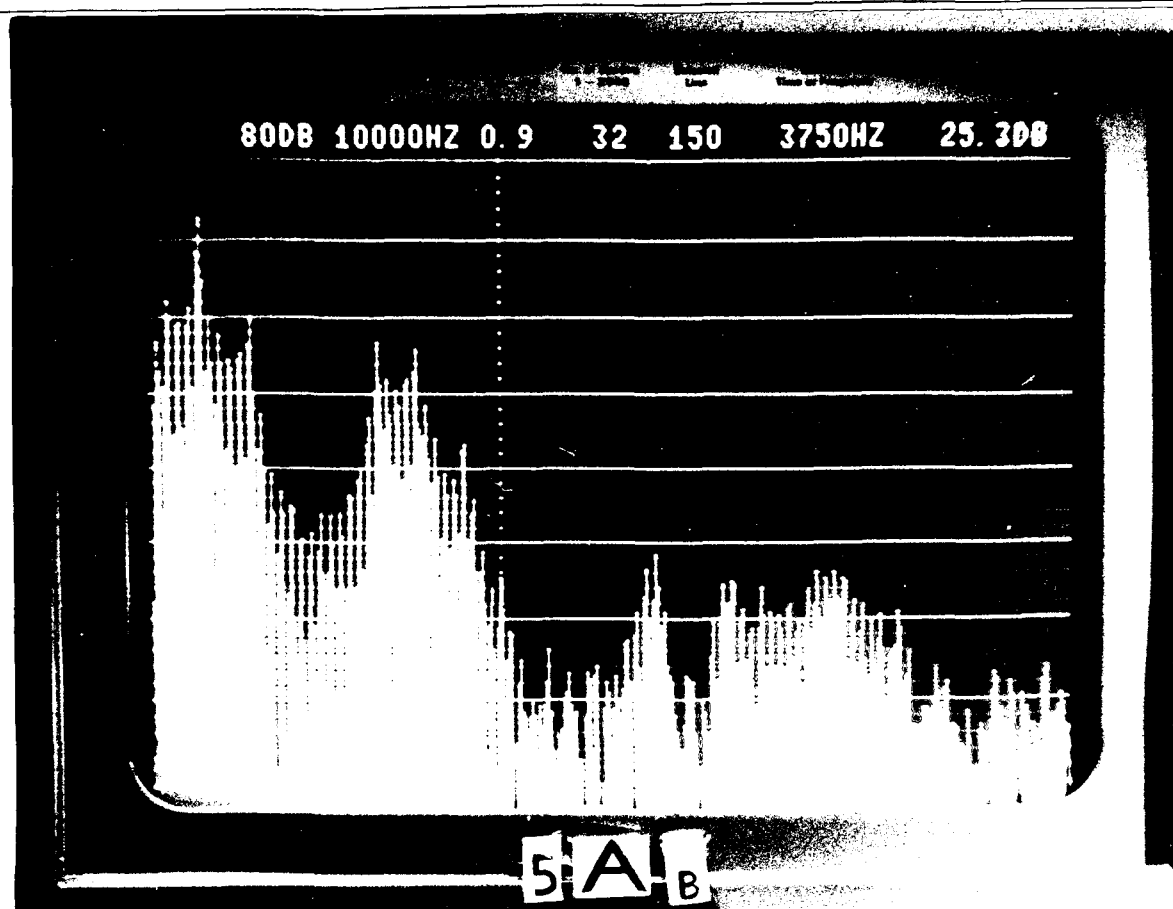
$$Ff.=833'3 \text{ Hz. } C_{15,3}=10833 \text{ Hz.}$$

9.-

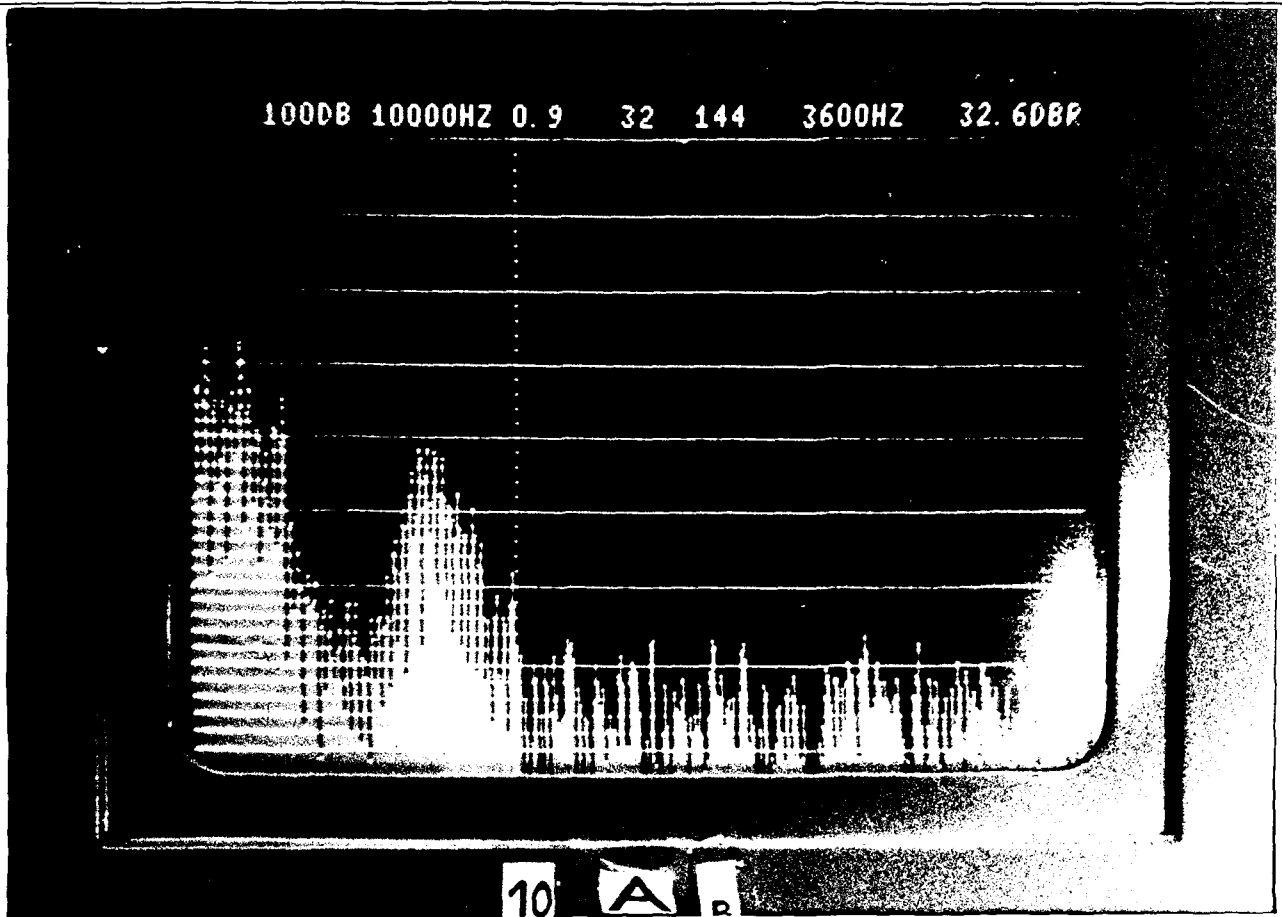
FOTOGRAFÍAS DE LAS GRÁFICAS REALIZADAS EN
LA EXPERIENCIA



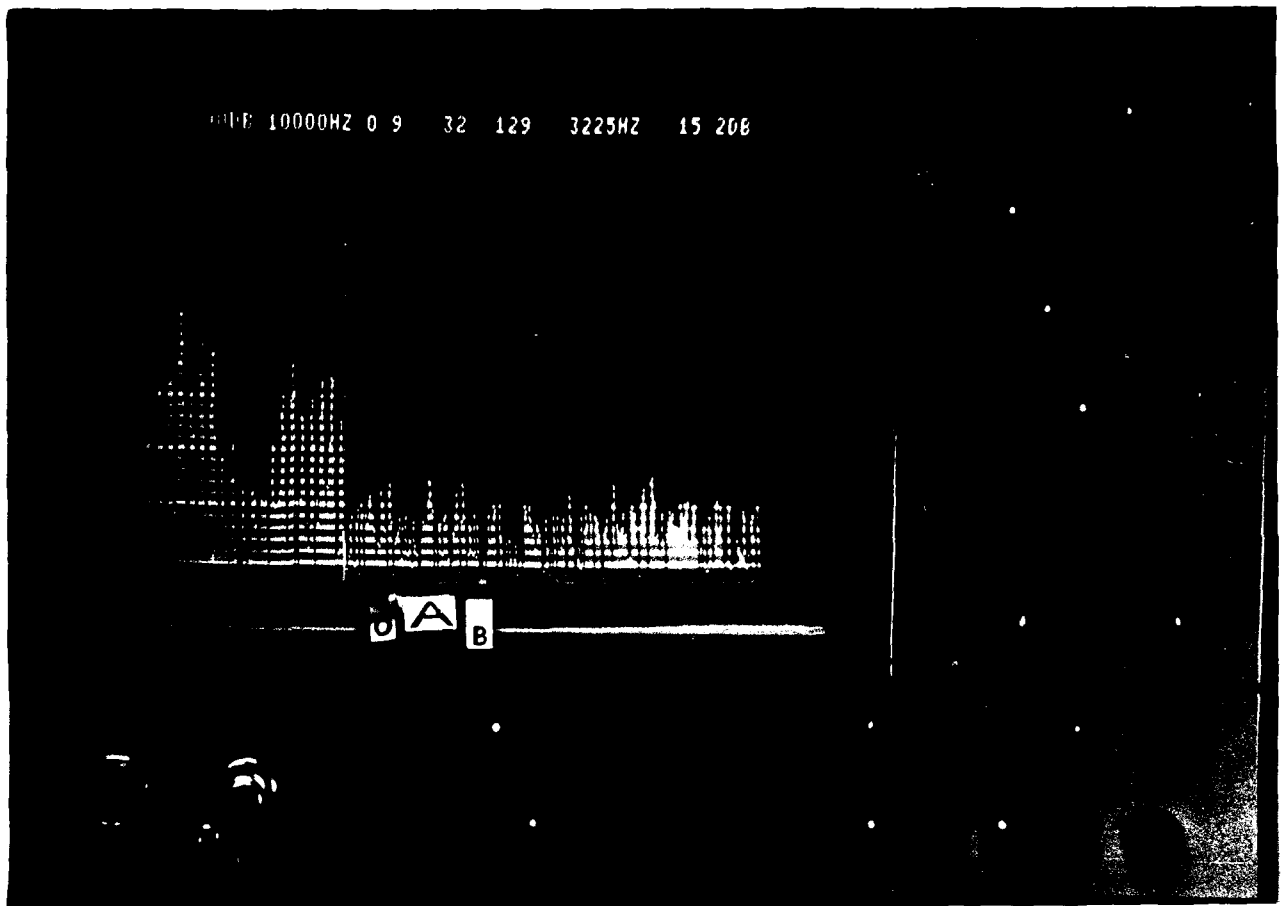
Grafica 1.- Bajo 1- Vocal "a"- Grave- 90 Hz.



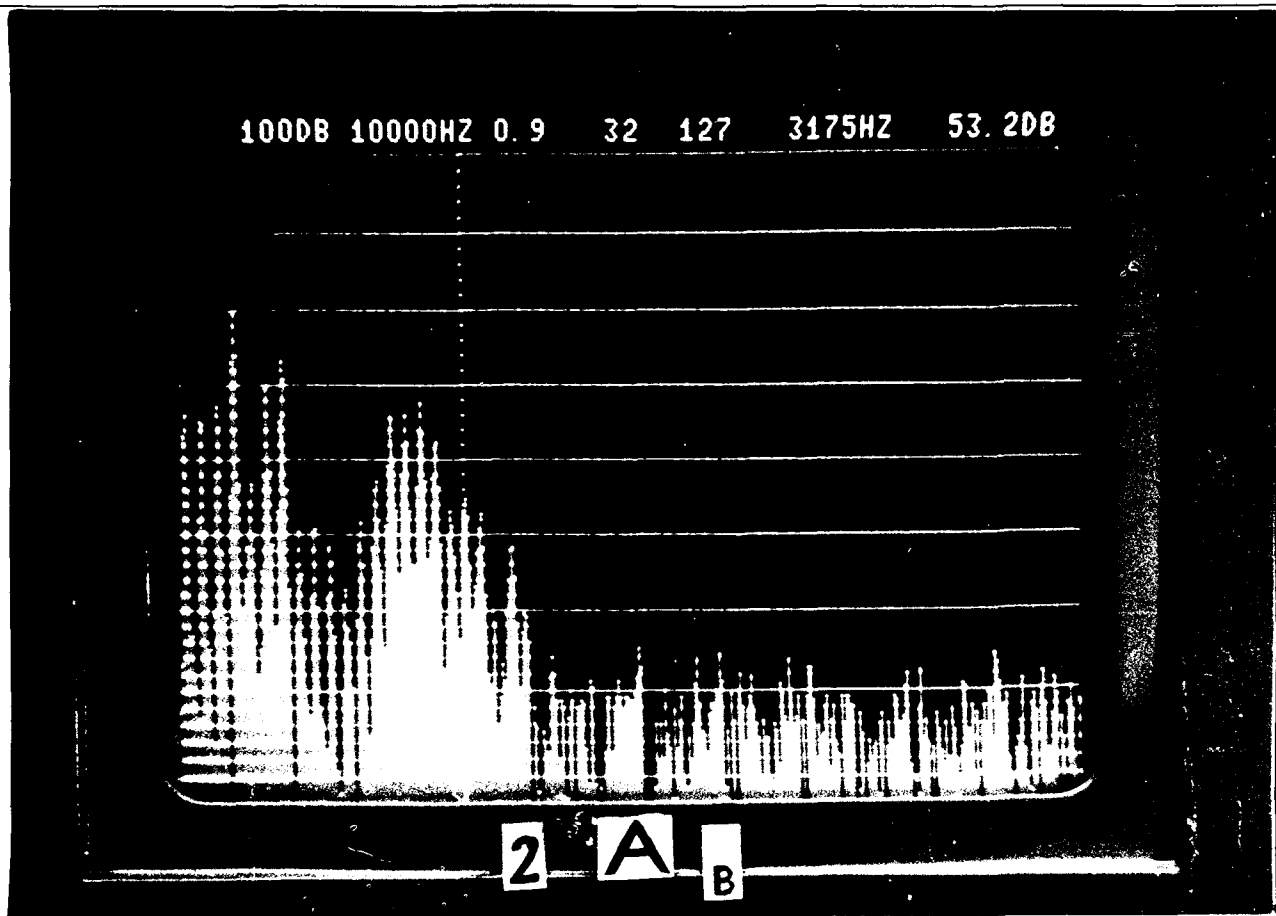
Grafica 2.- Bajo 2- Vocal "a"- Grave- 104'1 Hz.



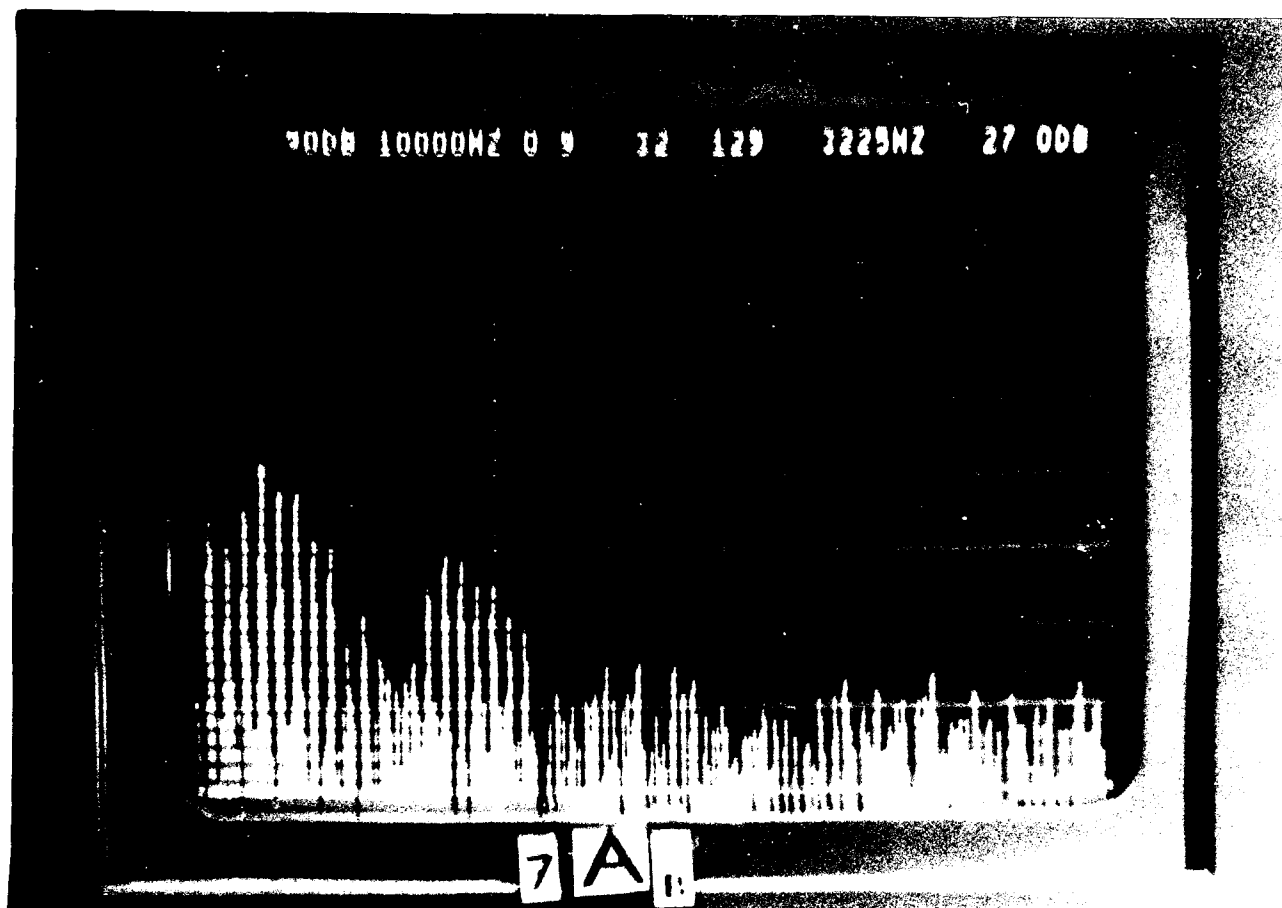
Grafica 3.- Bajo 3- Vocal "a"- Grave- 85'7 Hz.



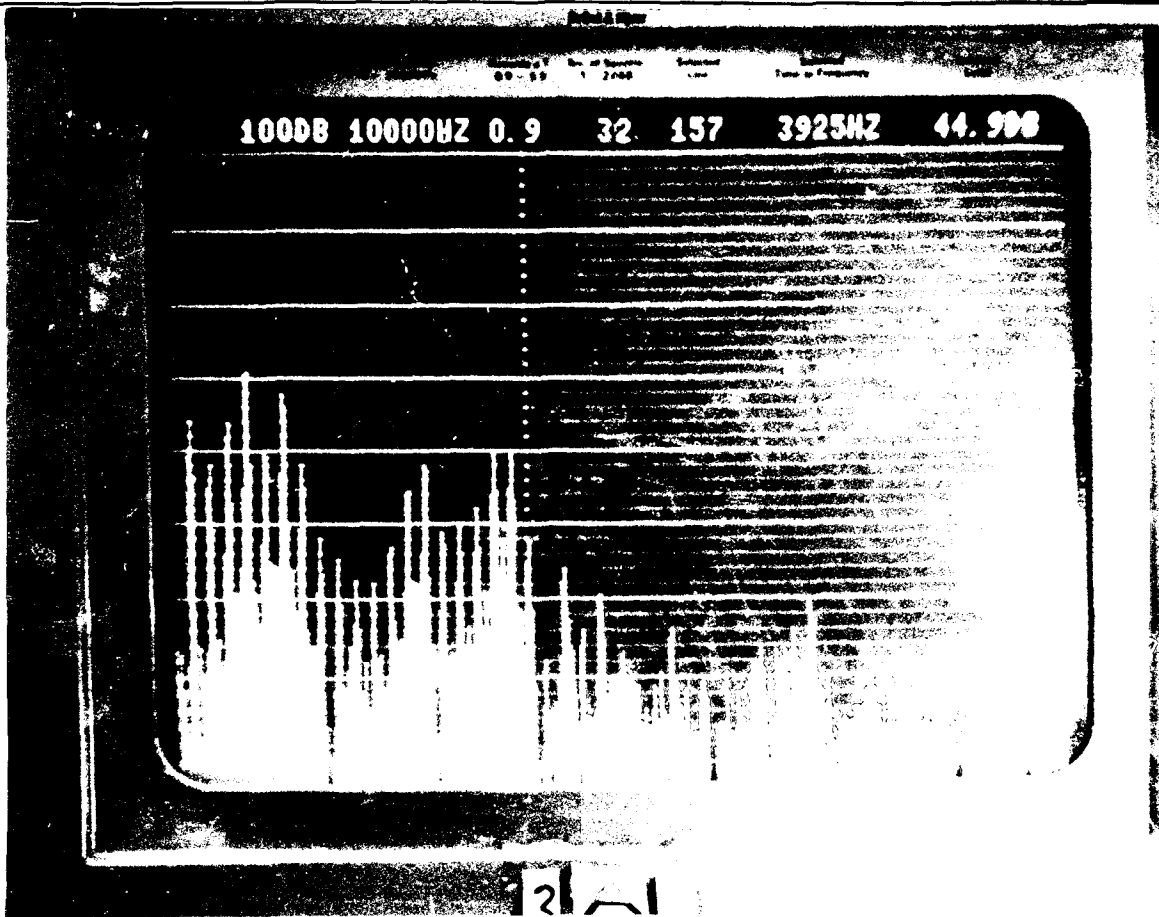
Grafica 4.- Baritono 2- Vocal "a"- Grave- 146'5 Hz.



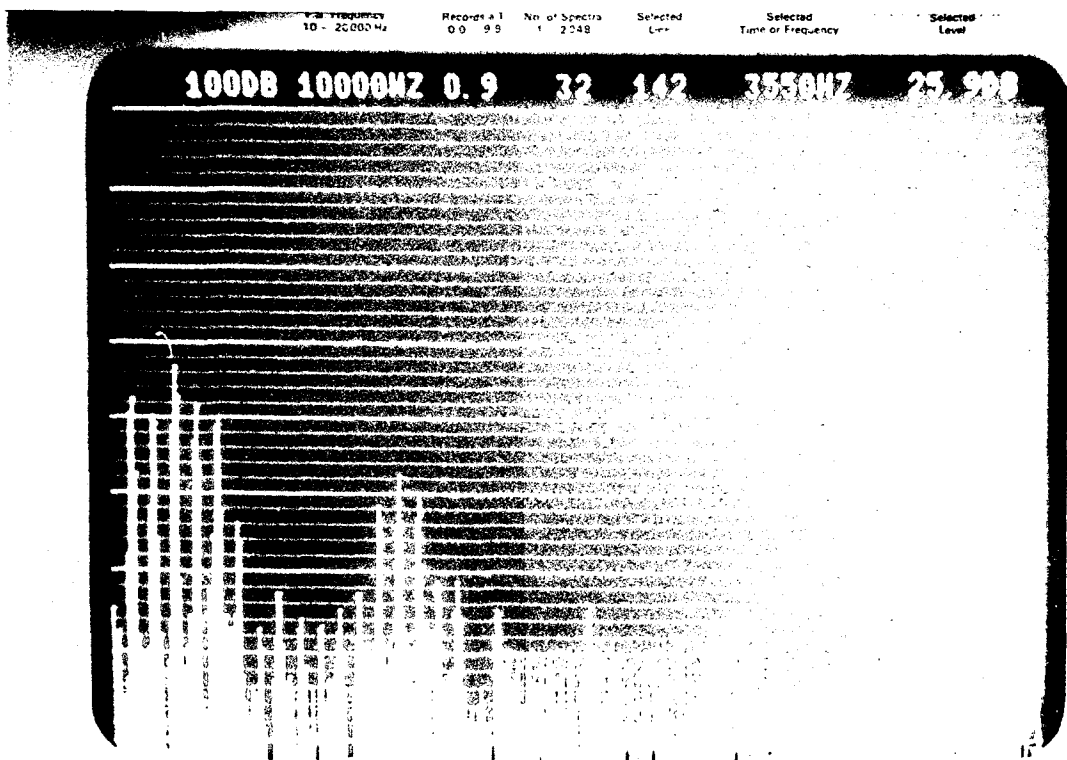
Grafica 5.- Tenor 1- Vocal "a"- Grave- 167'1 Hz.



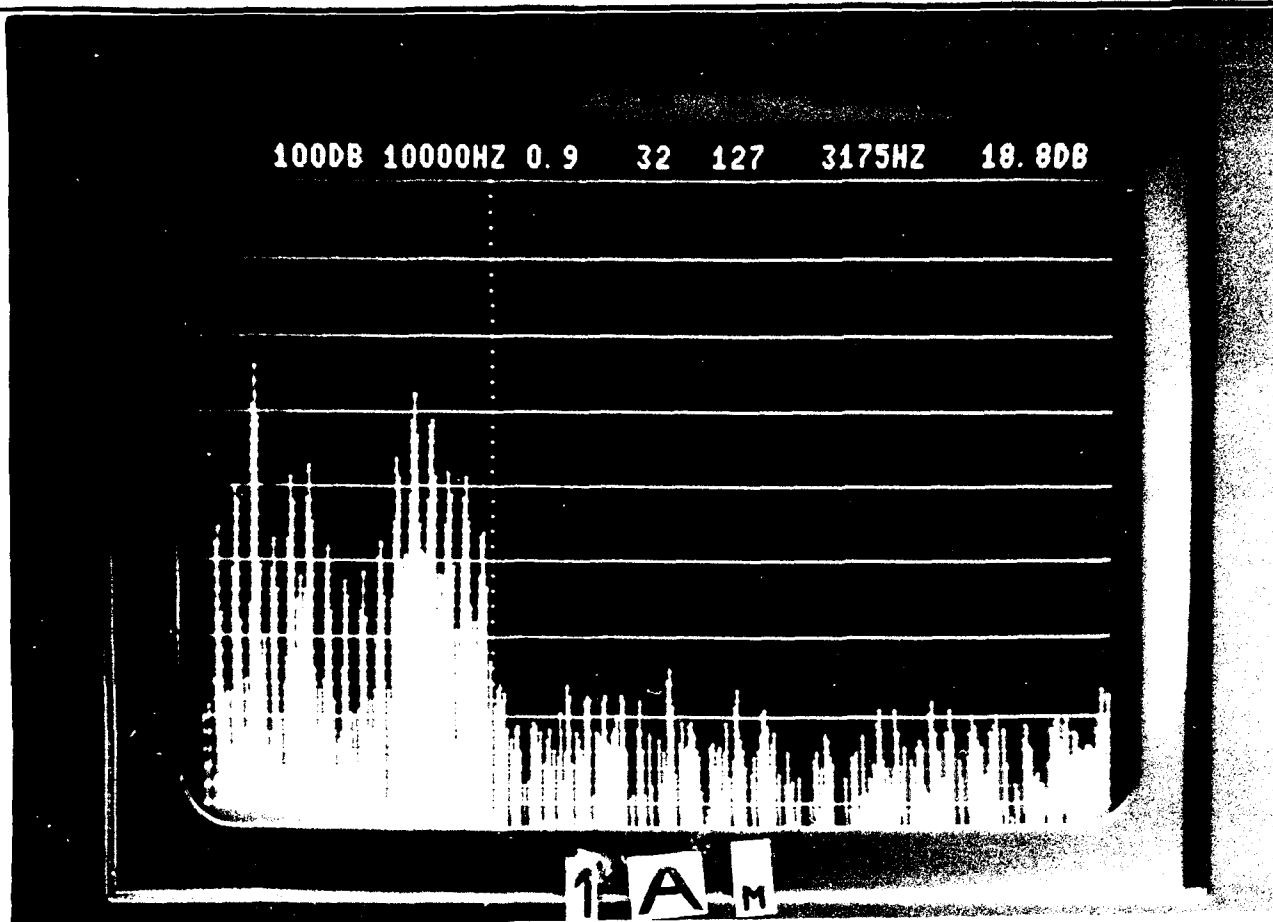
Grafica 6.- Tenor 2- Vocal "a"- Grave- 179'1 Hz.



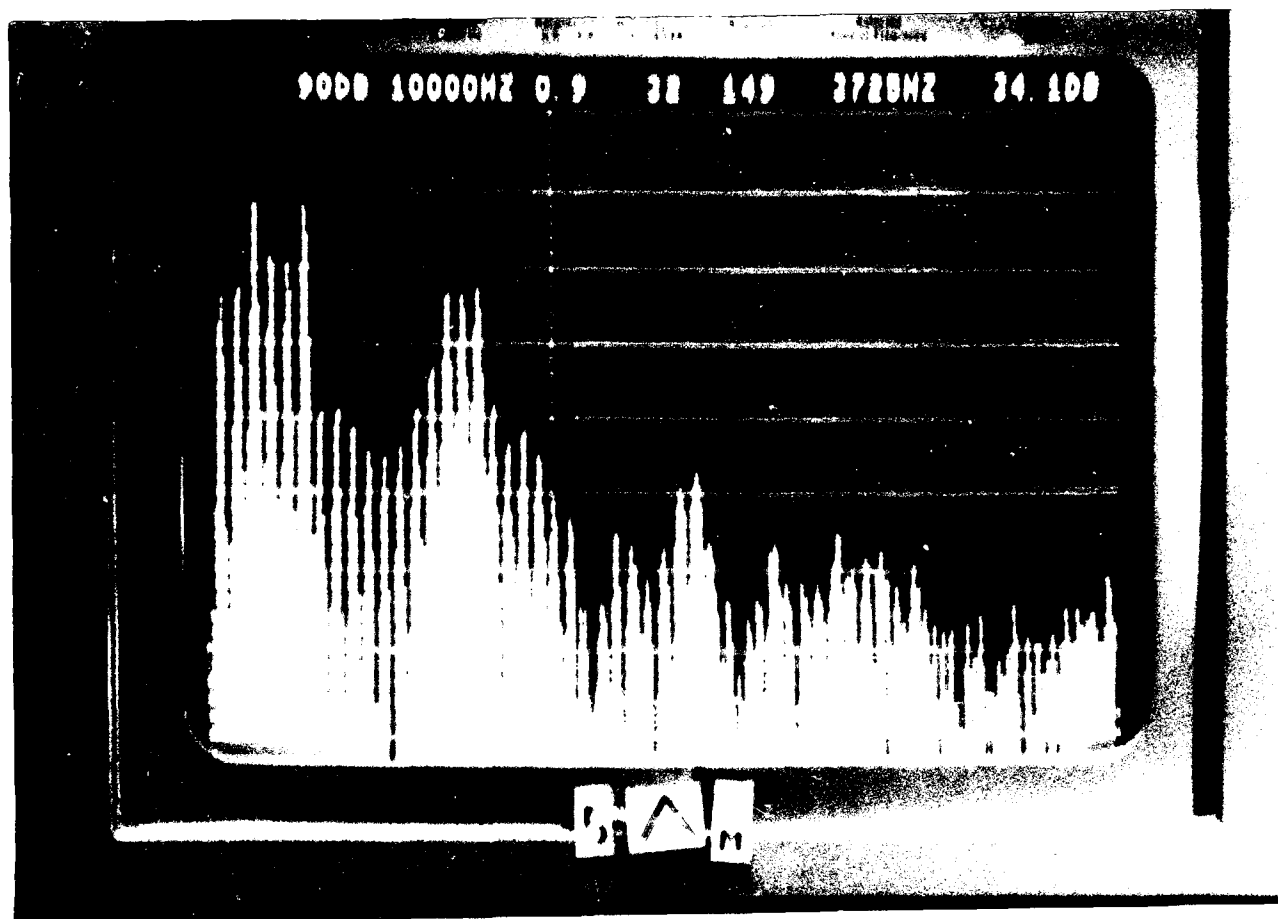
Grafica 7.- Mezzo 1- Vocal "a"- Grave- 196'2 Hz.



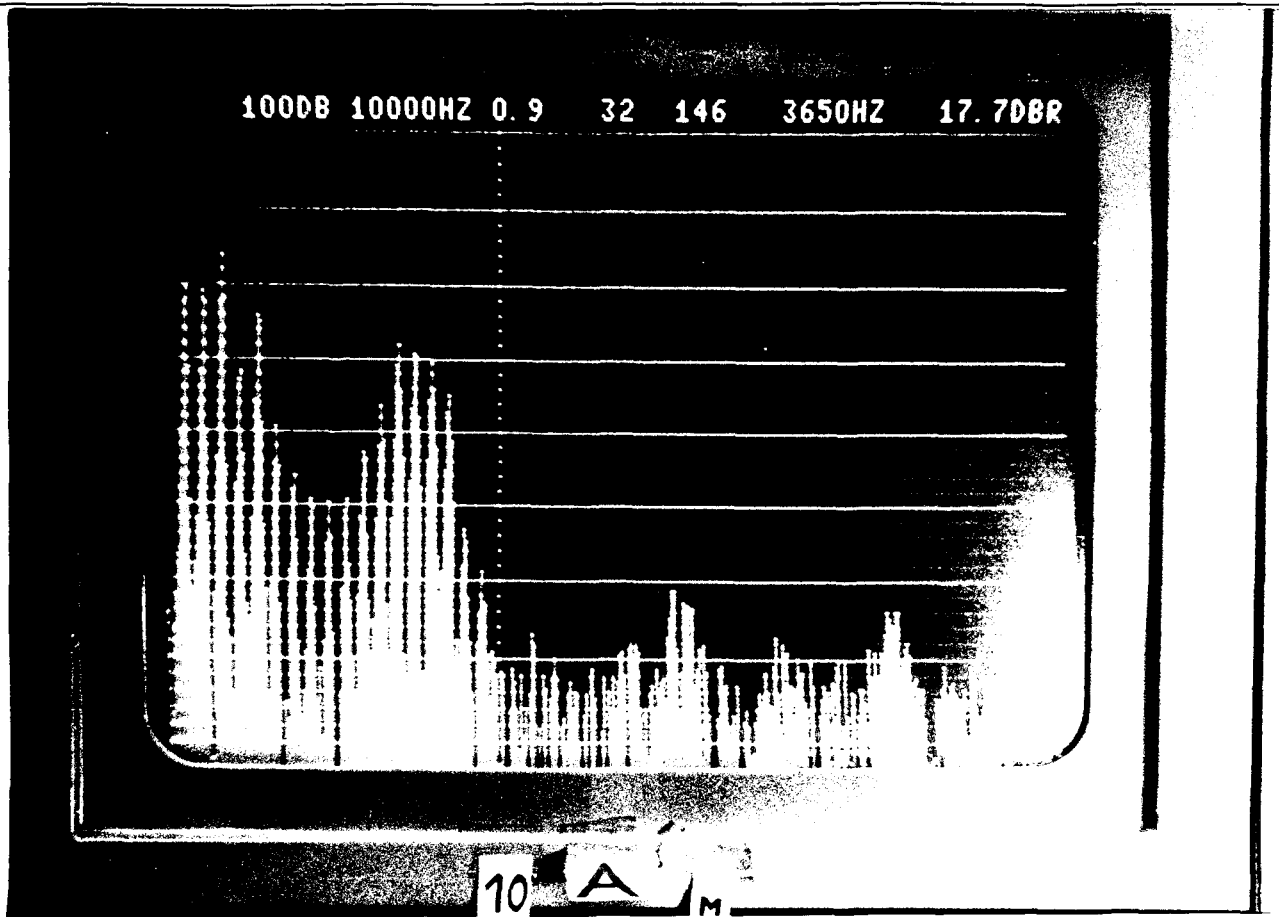
Grafica 8.- Mezzo 2- Vocal "a"- Grave- 217'7Hz.



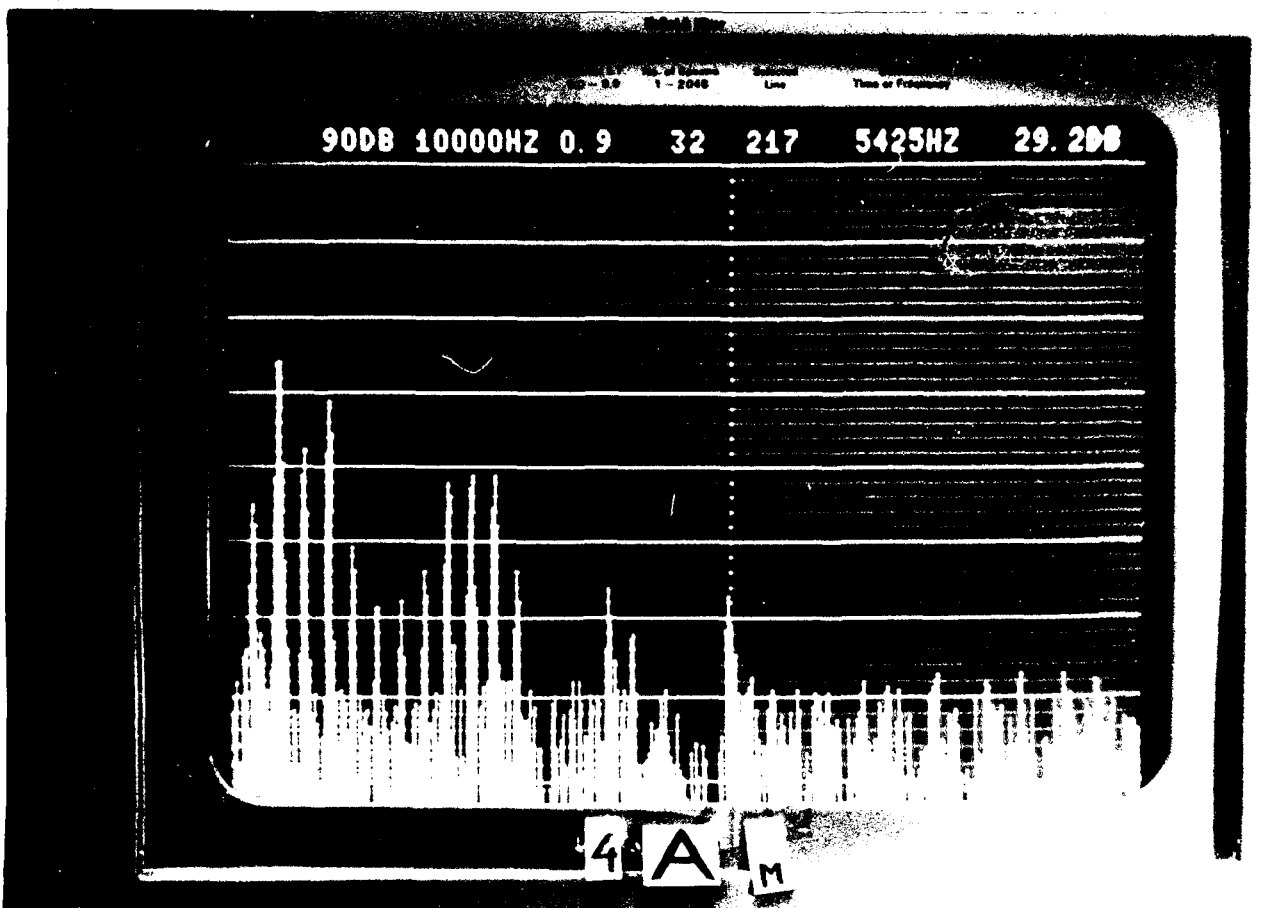
Grafica 9.- Bajo 1- Vocal "a"- Media- 192'4 Hz.



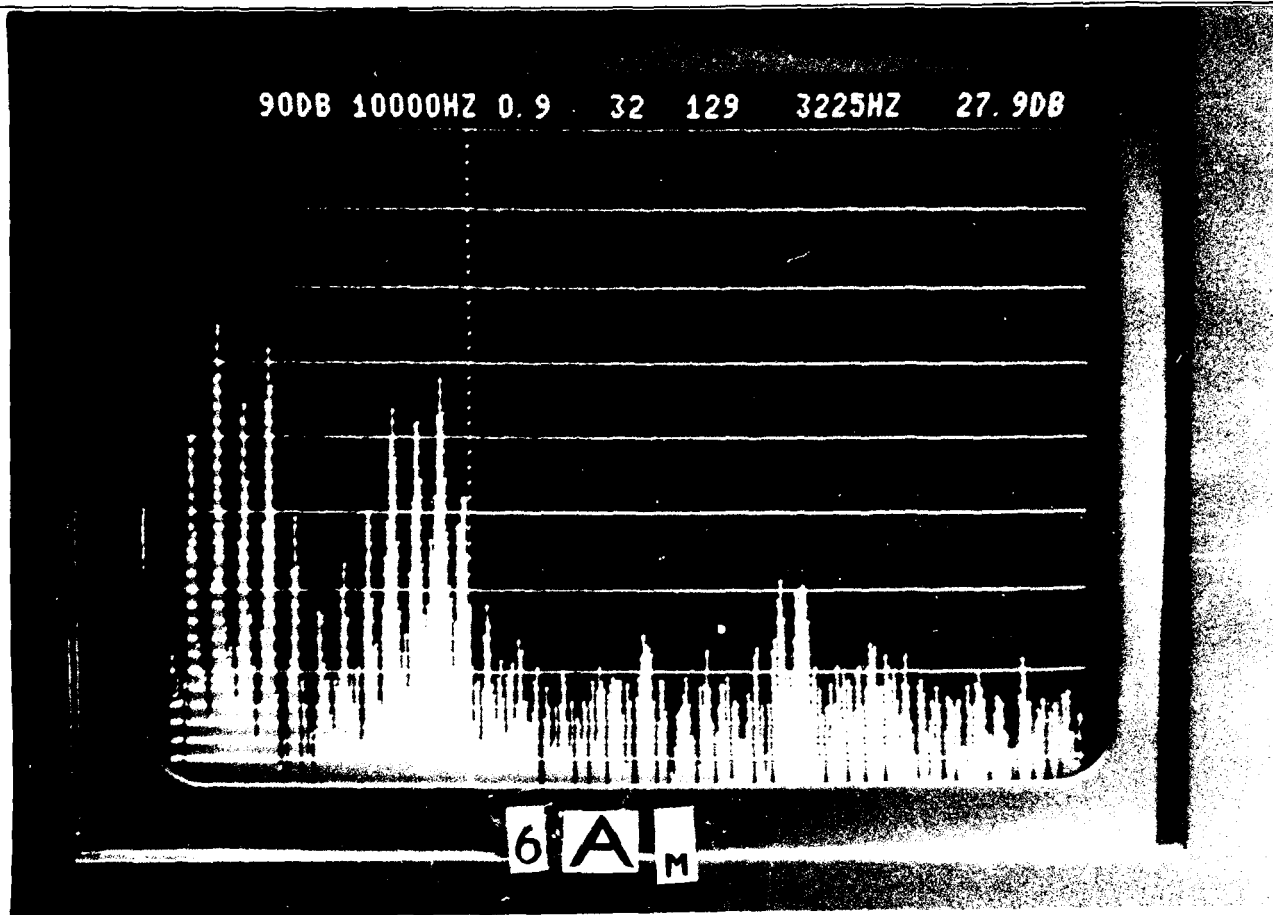
Grafica 10.- Bajo 2- Vocal "a"- Media- 169'3 Hz.



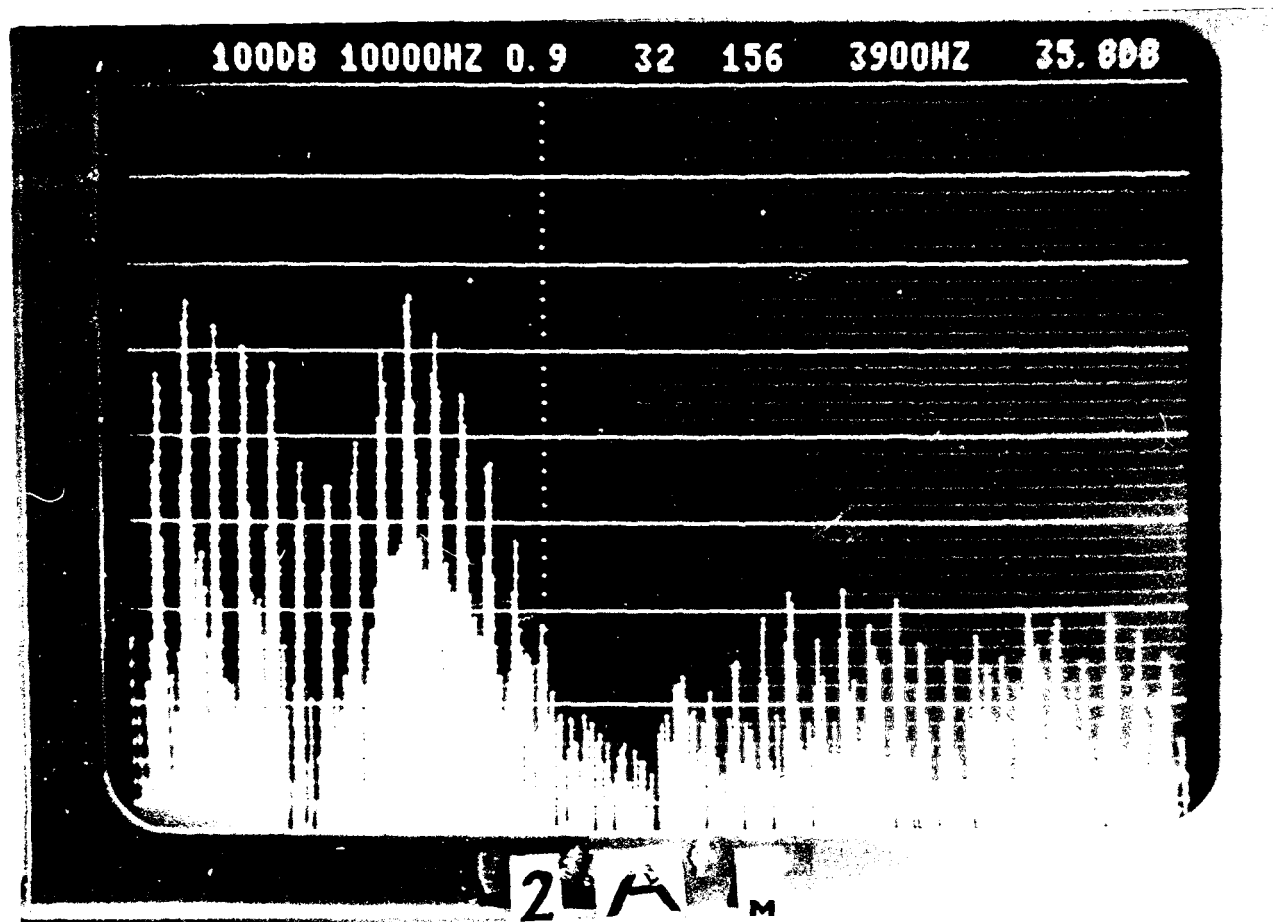
Grafica 11.- Bajo 3 - Vocal "a"- Media-192'1 Hz.



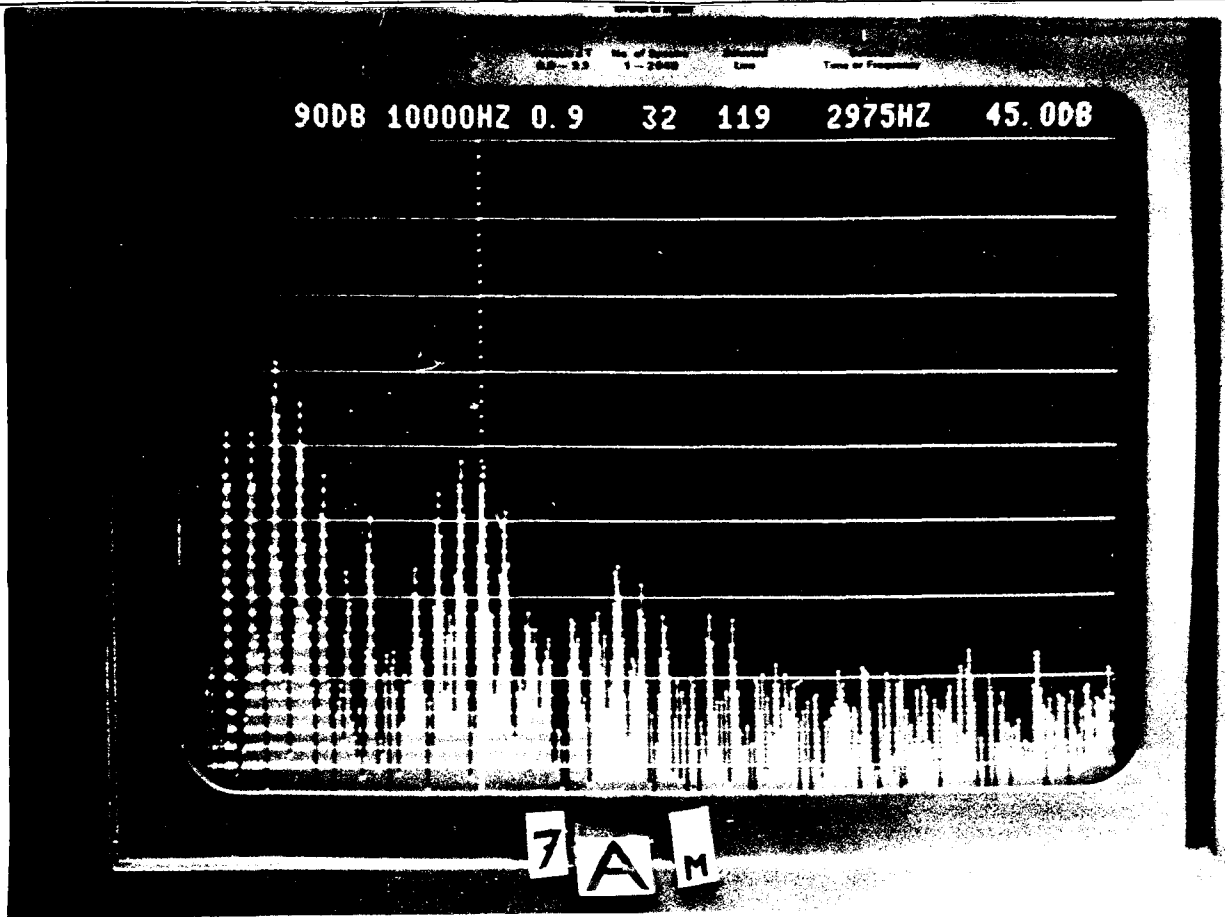
Grafica 12.- Baritono 1- Vocal "a" Media- 263'0 Hz



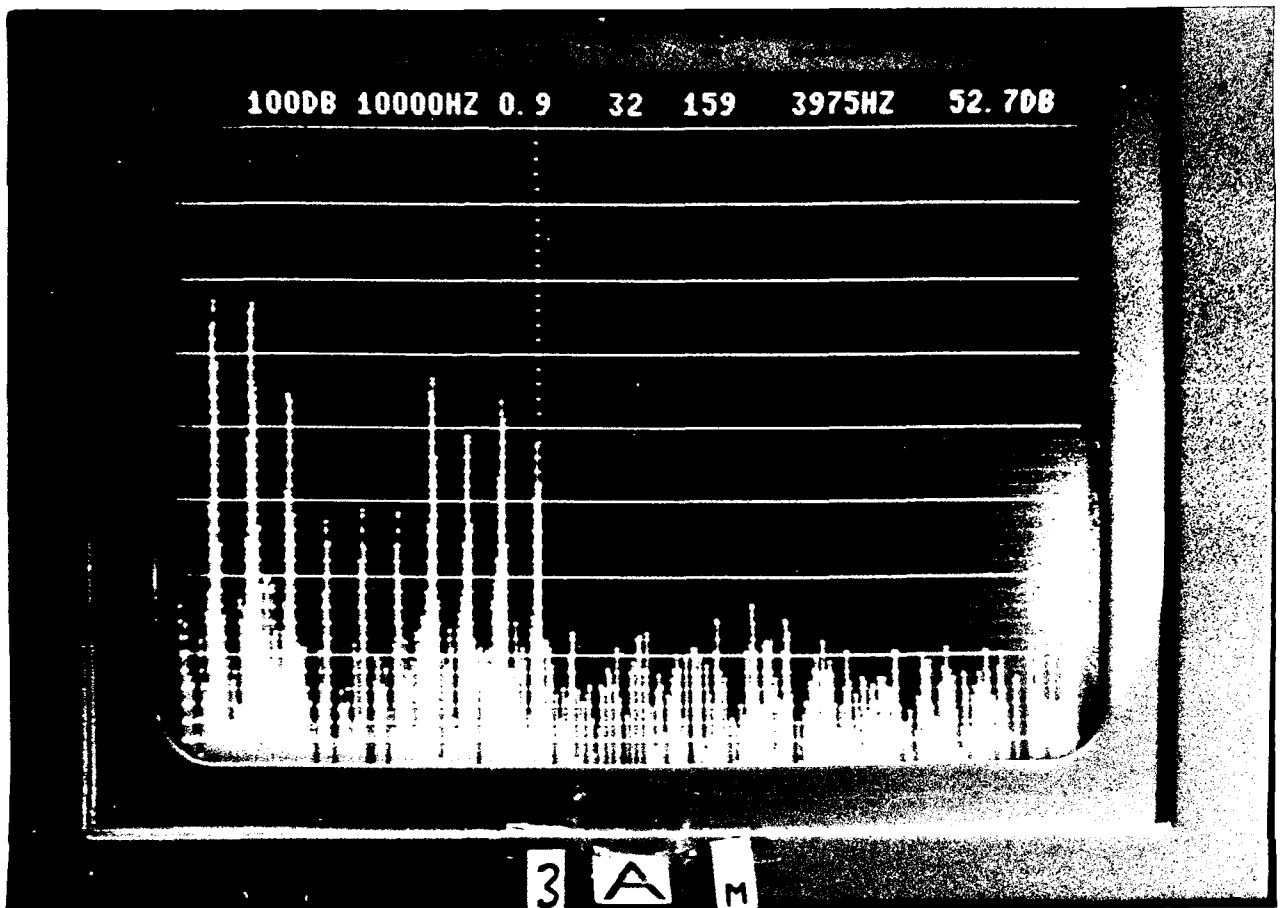
Grafica 13.- Baritono 2 - Vocal "a" Media - 264'3 Hz



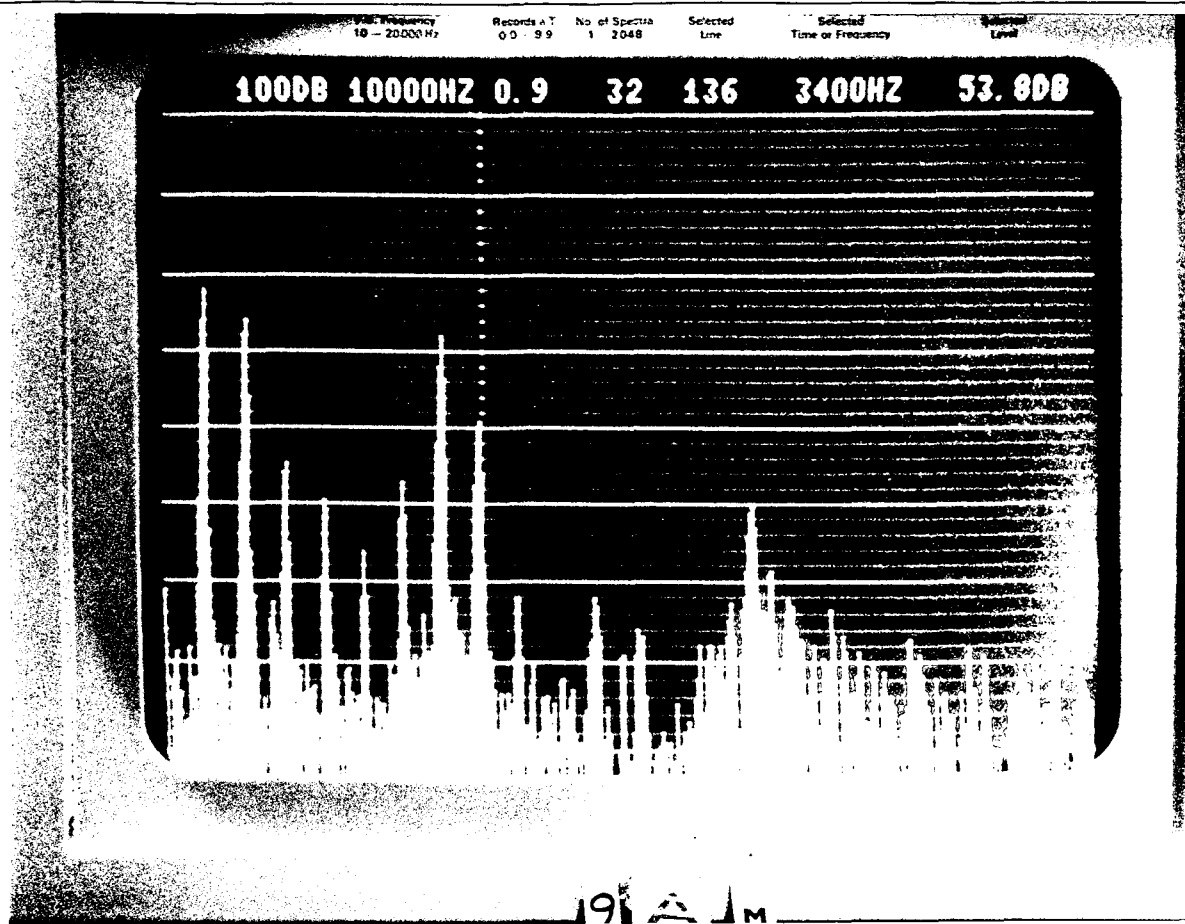
Grafica 14.- Tenor 1-Vocal "a" Media 260'0 Hz



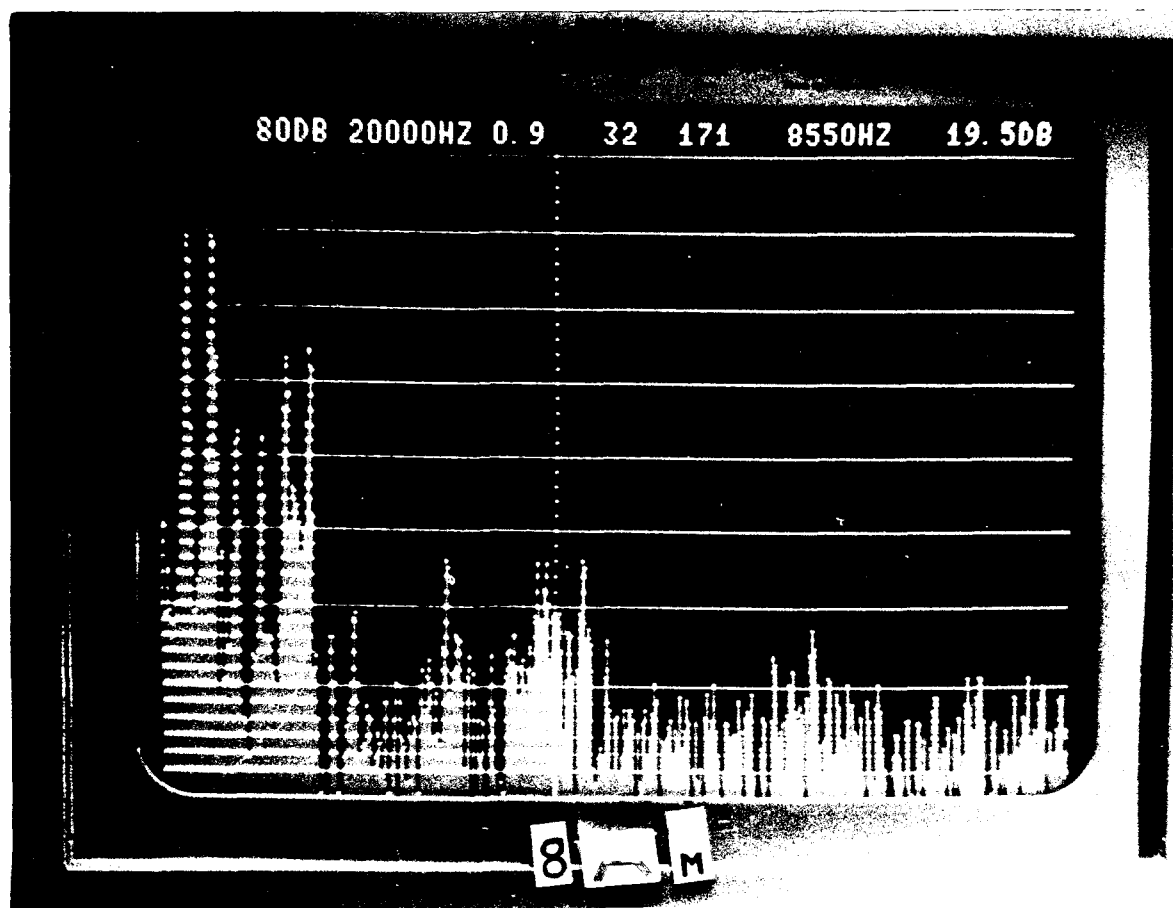
Grafica 15.-Tenor 2 Vocal "a" Media 247'9 Hz



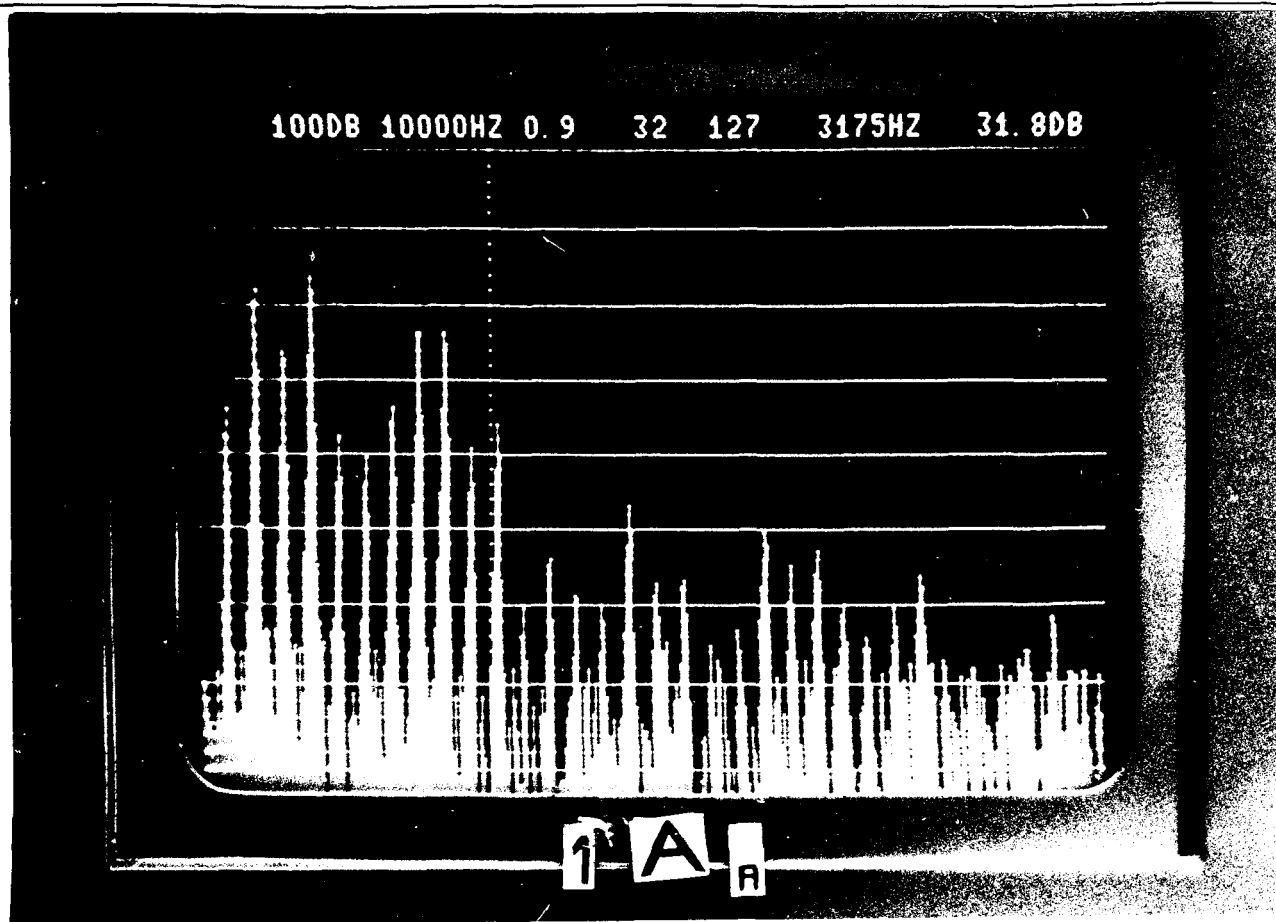
Grafica 16.- Mezzo 1 Vocal "a" Media 393 Hz.



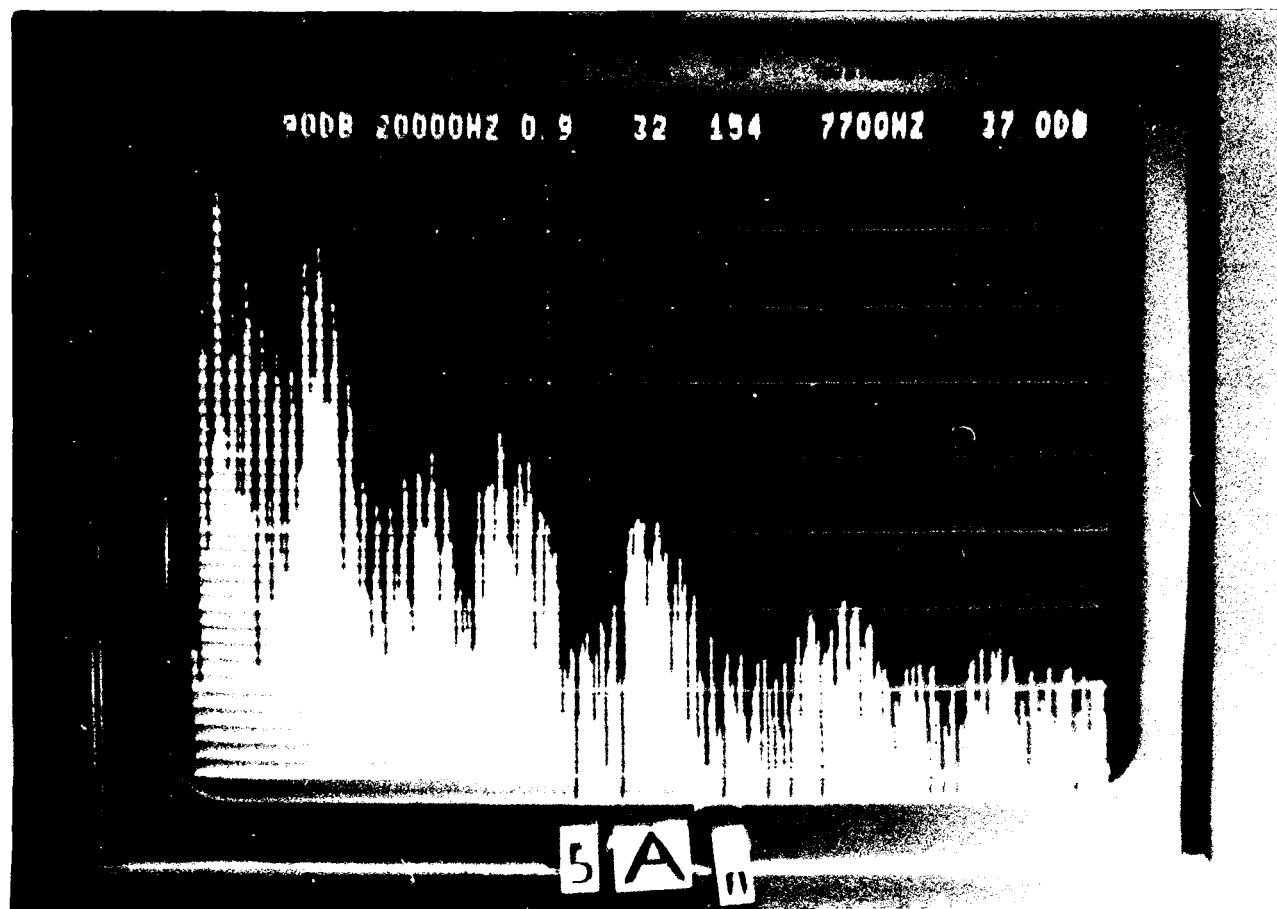
Grafica 17.-Mezzo 2. vocal "a" Media 425 Hz.



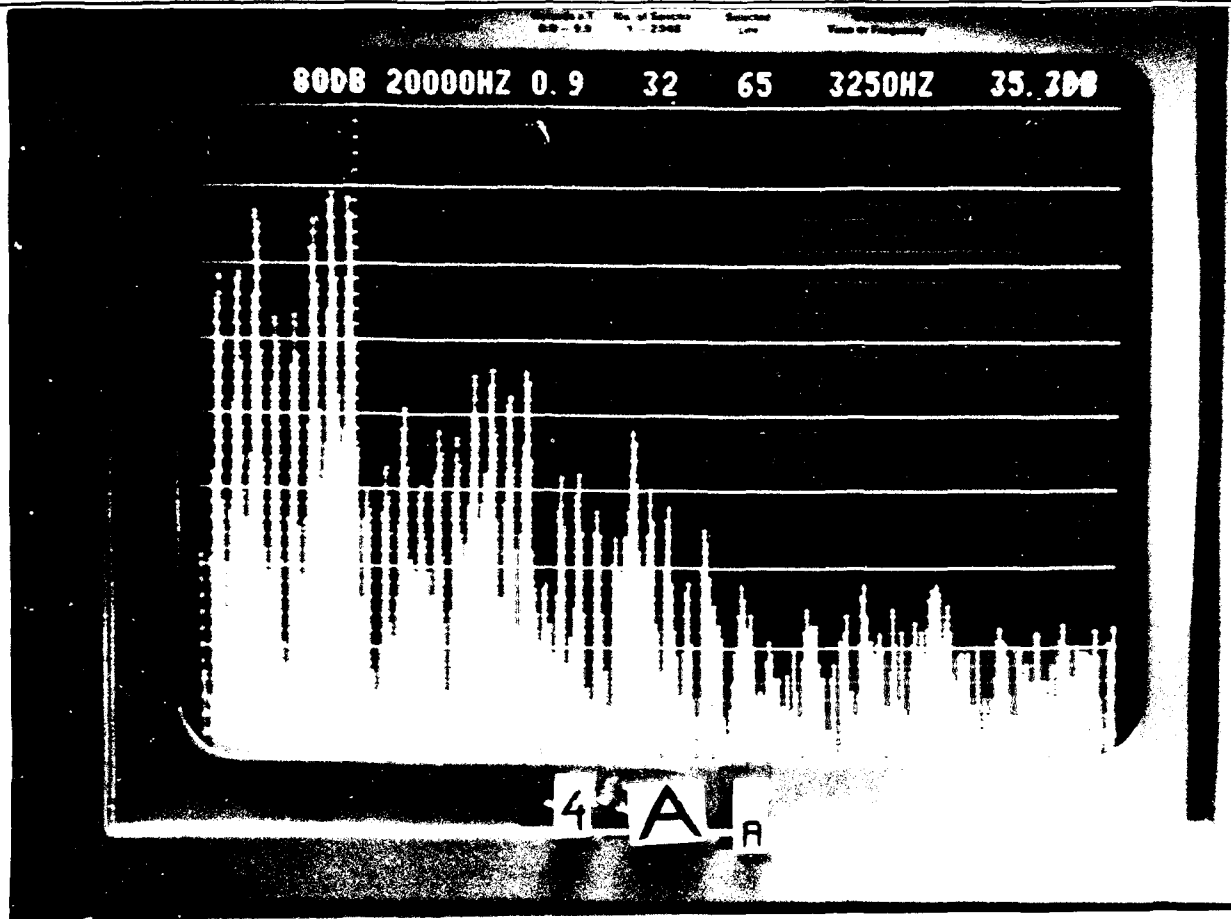
Grafica 18.- (Mezzø) Soprano Vocal "a" Media 520 Hz.



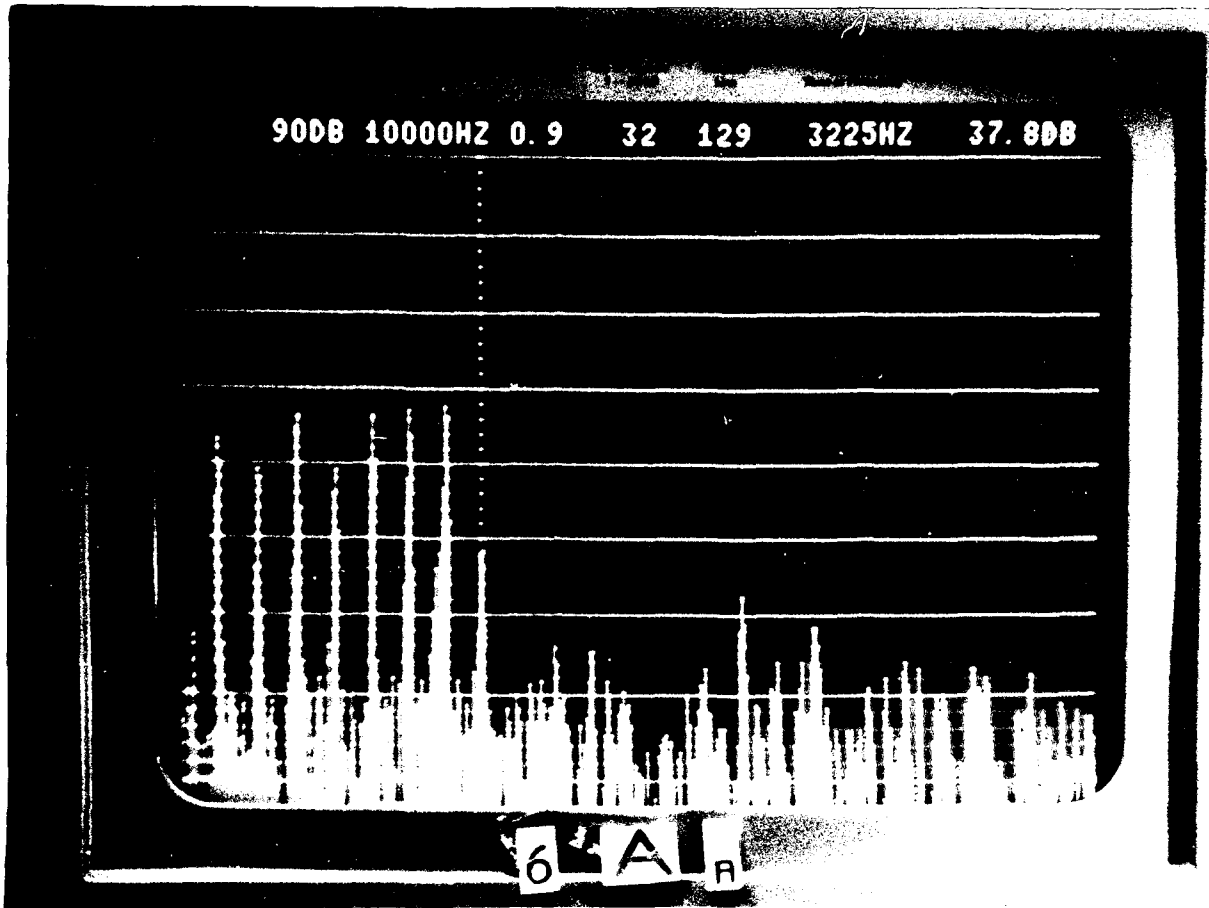
Grafica 19.-Bajo 1 Vocal "a" Alta 293'9 Hz.



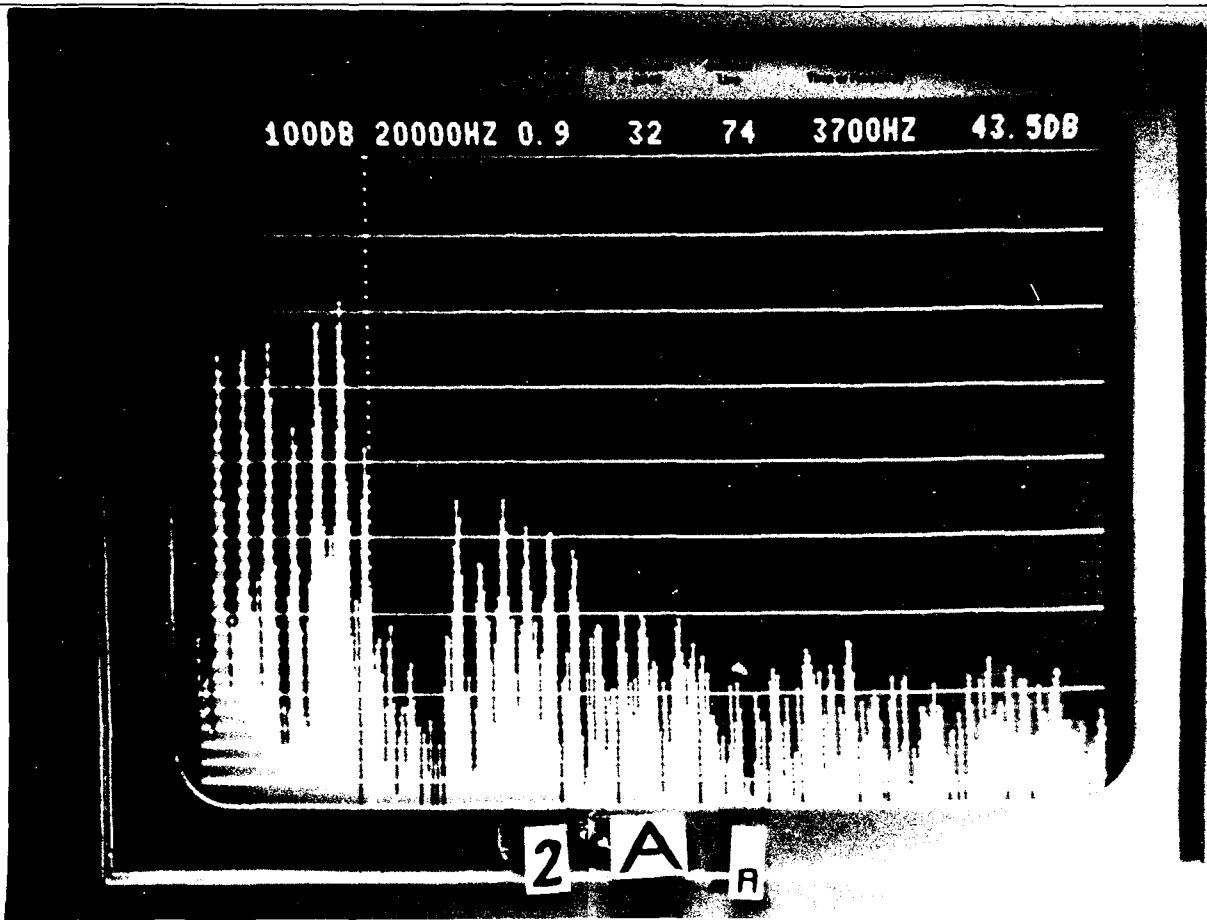
Grafica 20.-Bajo 2 Vocal "a" Alta 308'0 Hz.



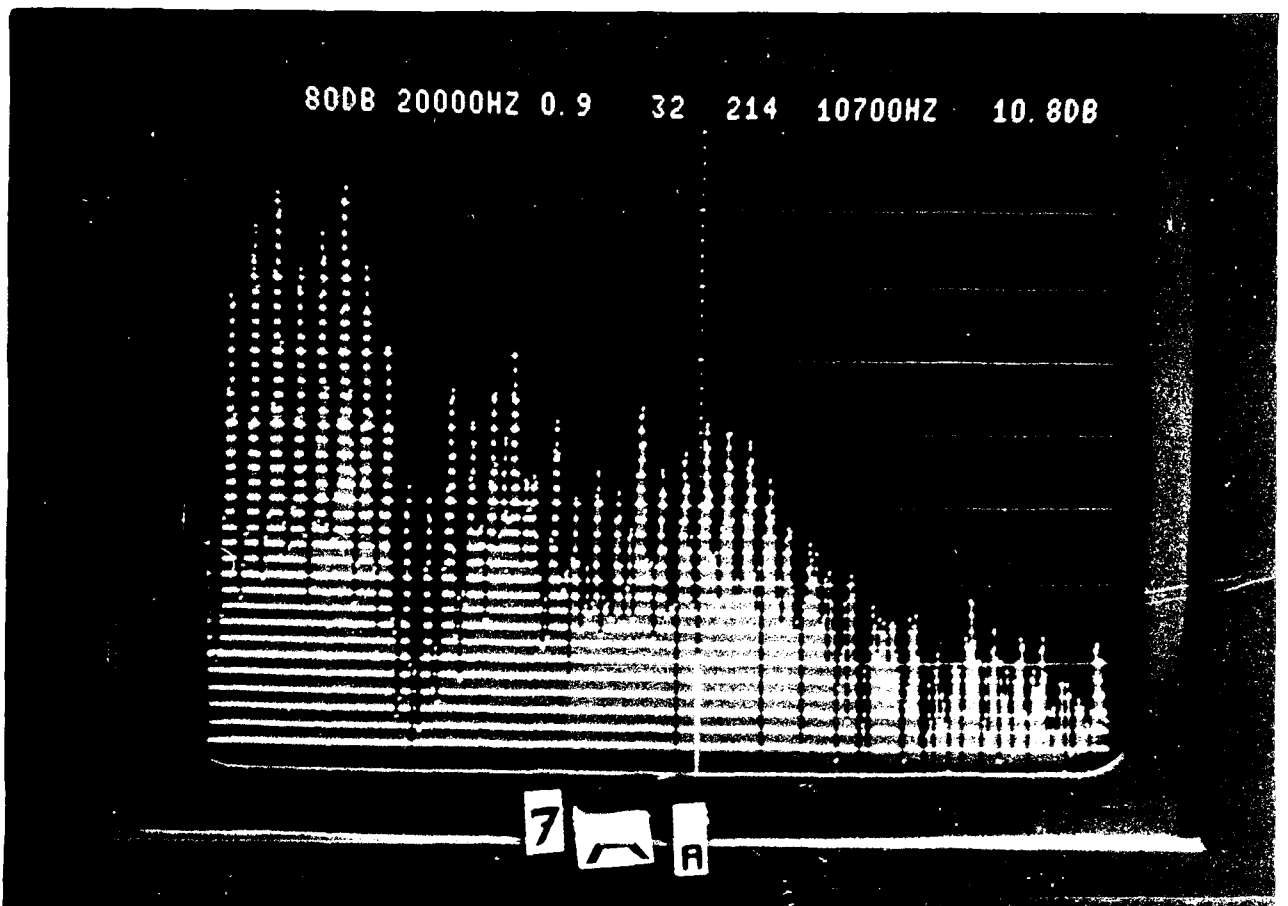
Grafica 21.- Baritono 1 Vocal "a" Alta 396'3 Hz.



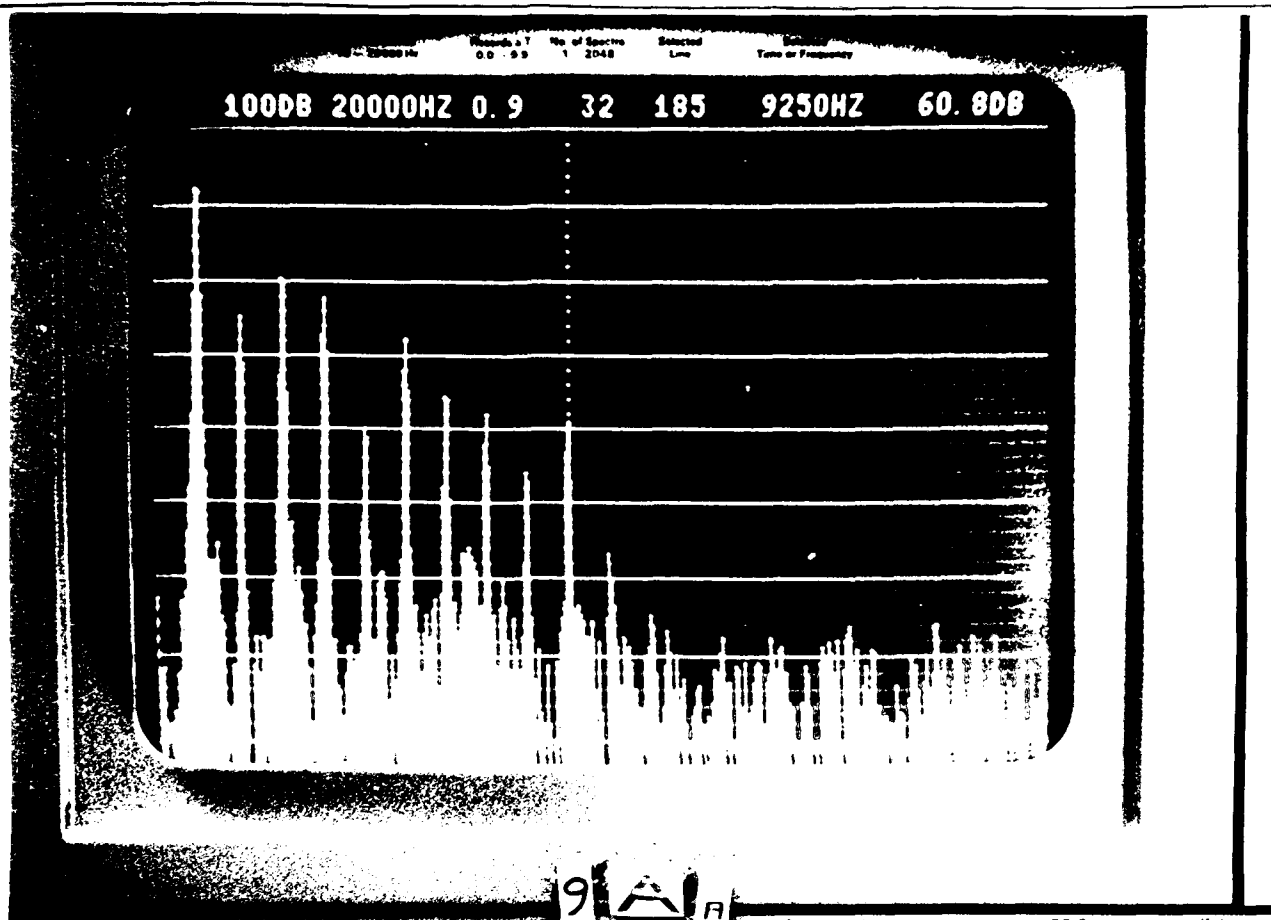
Grafica 22.- Baritono 2 Vocal "a" Alta 403'1 Hz.



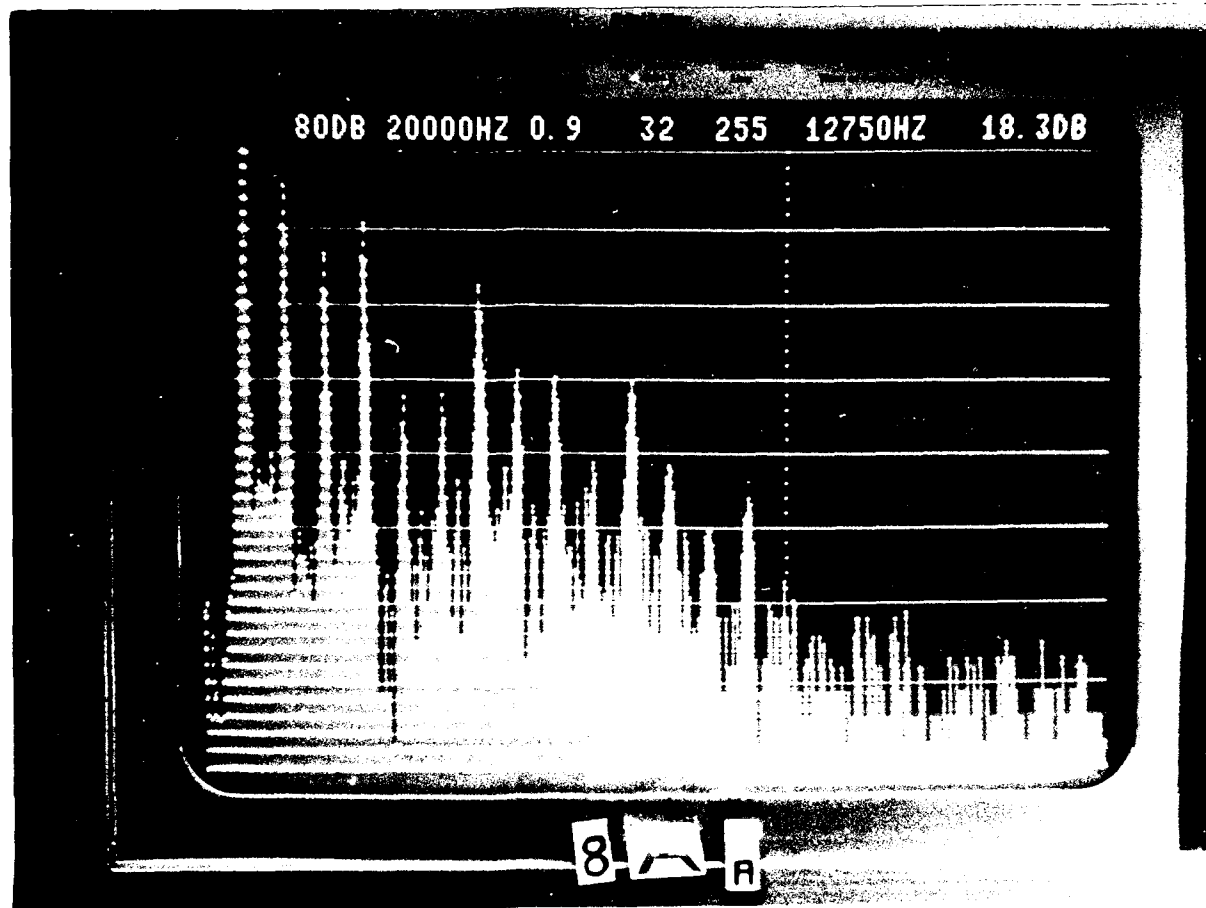
Grafica 23.- Tenor 1 Vocal "a" Alta 513'8 Hz.



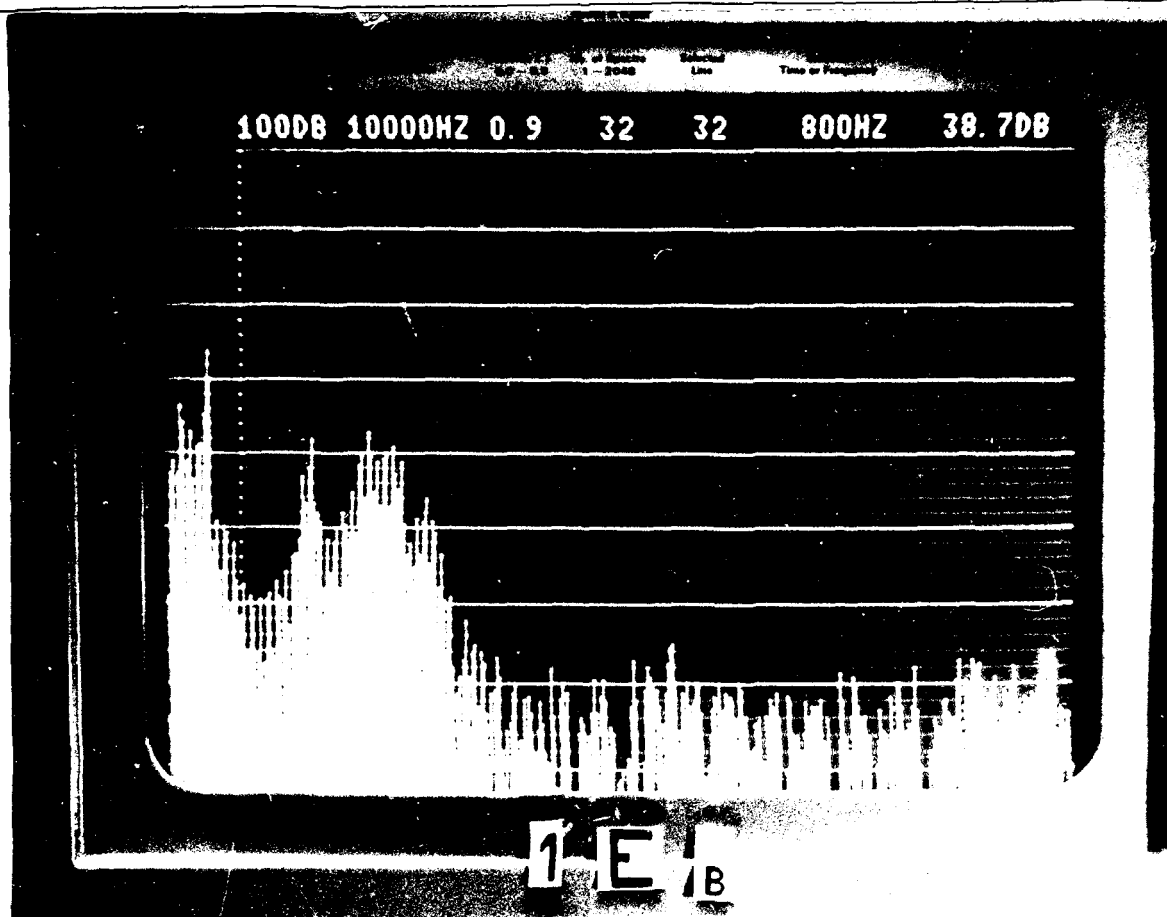
Grafica 24.- Tenor 2 Vocal "a" Alta 471'3 Hz.



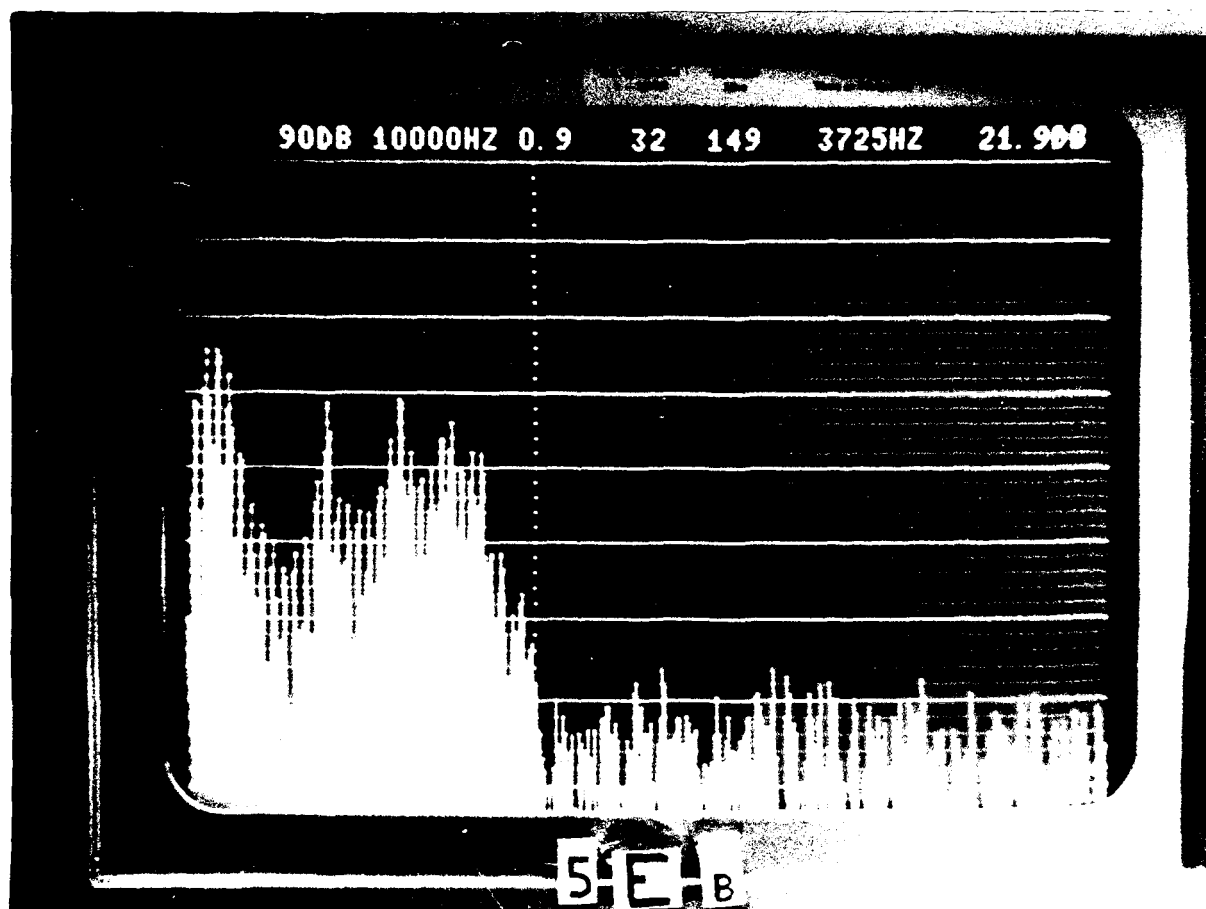
Grafica 25.- Mezzo-Vocal "a" Alta 925 Hz.



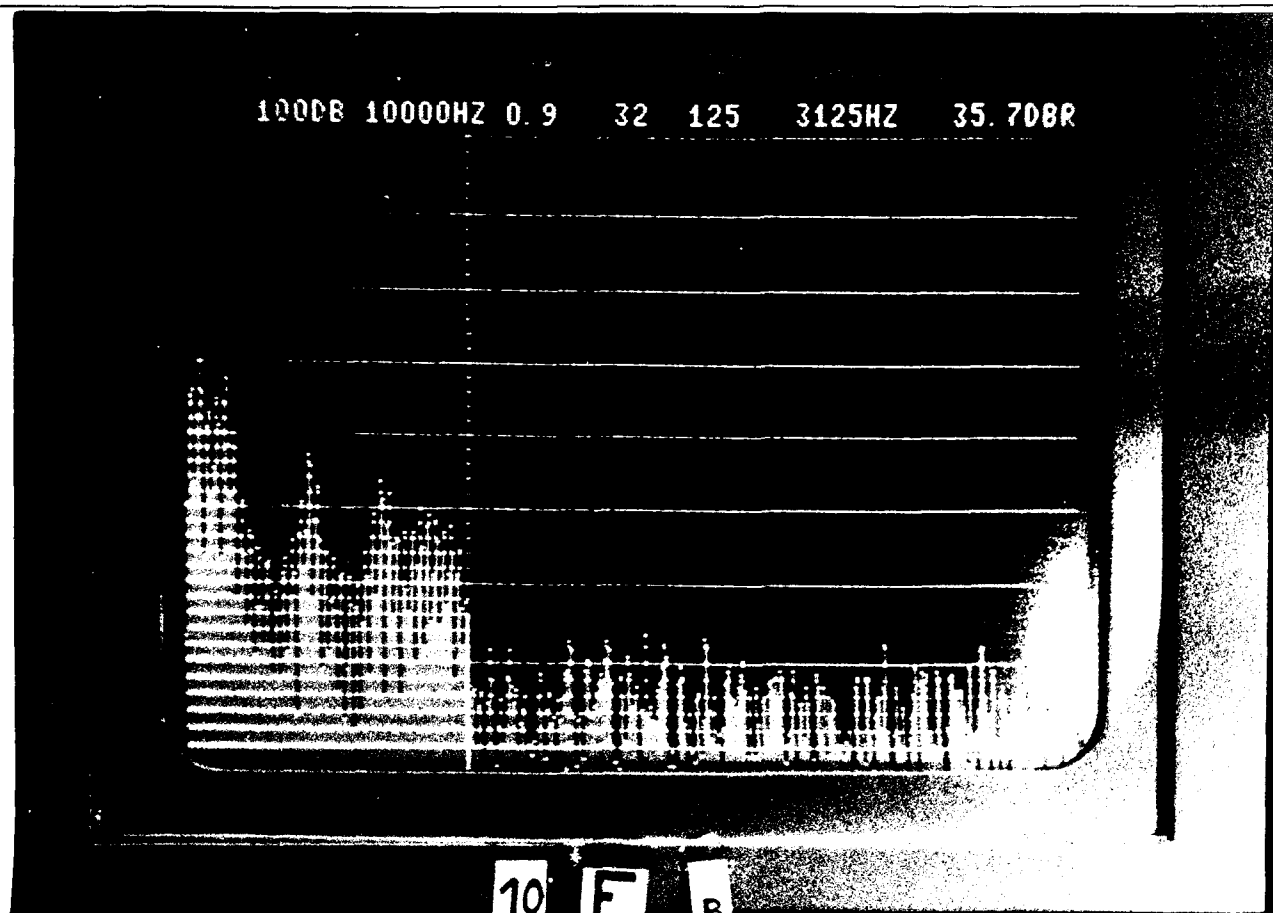
Grafica 26.- Soprano Vocal "a" Alta 850 Hz.



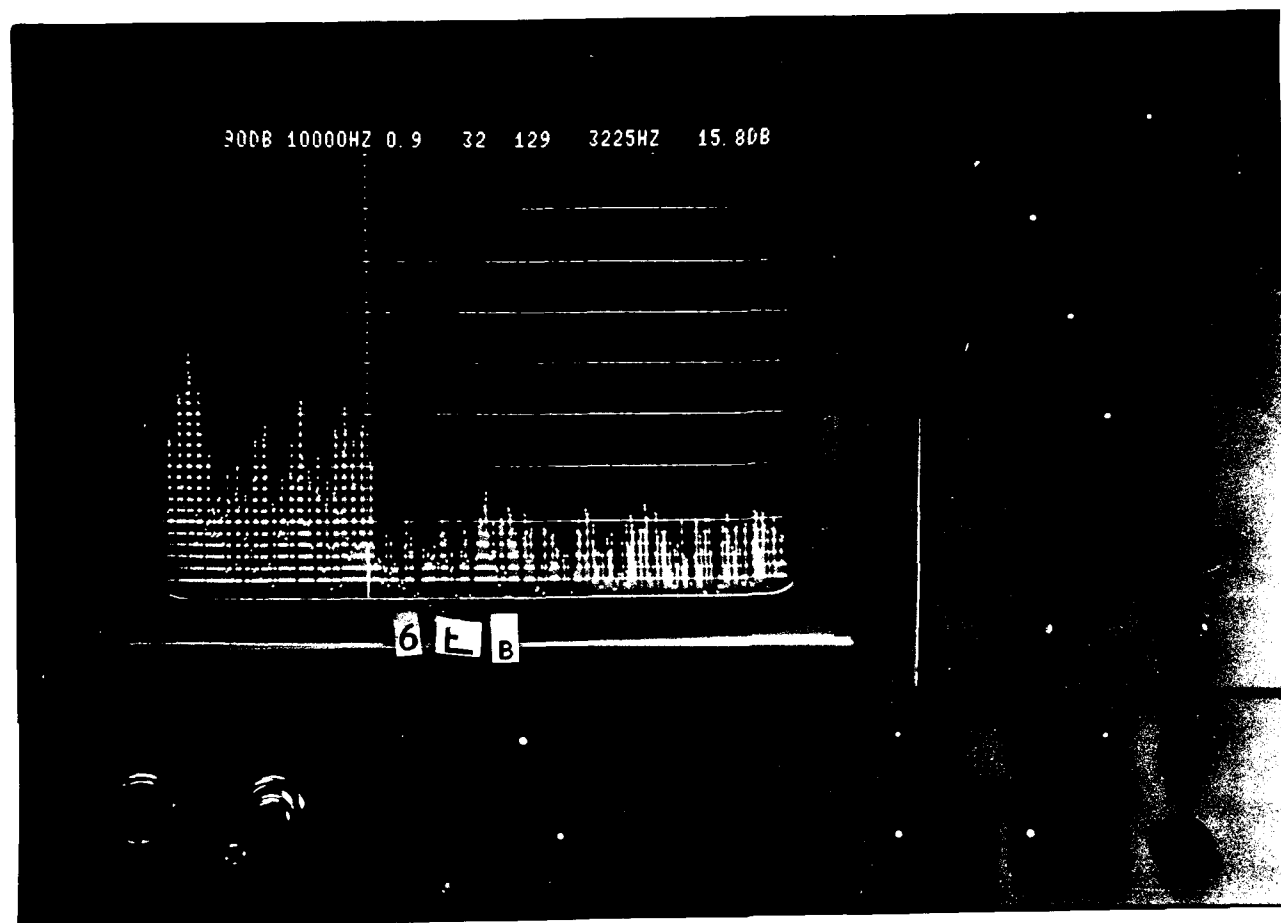
Grafica 27 .- Bajo 1 Vocal "e" Grave 94'1 Hz.



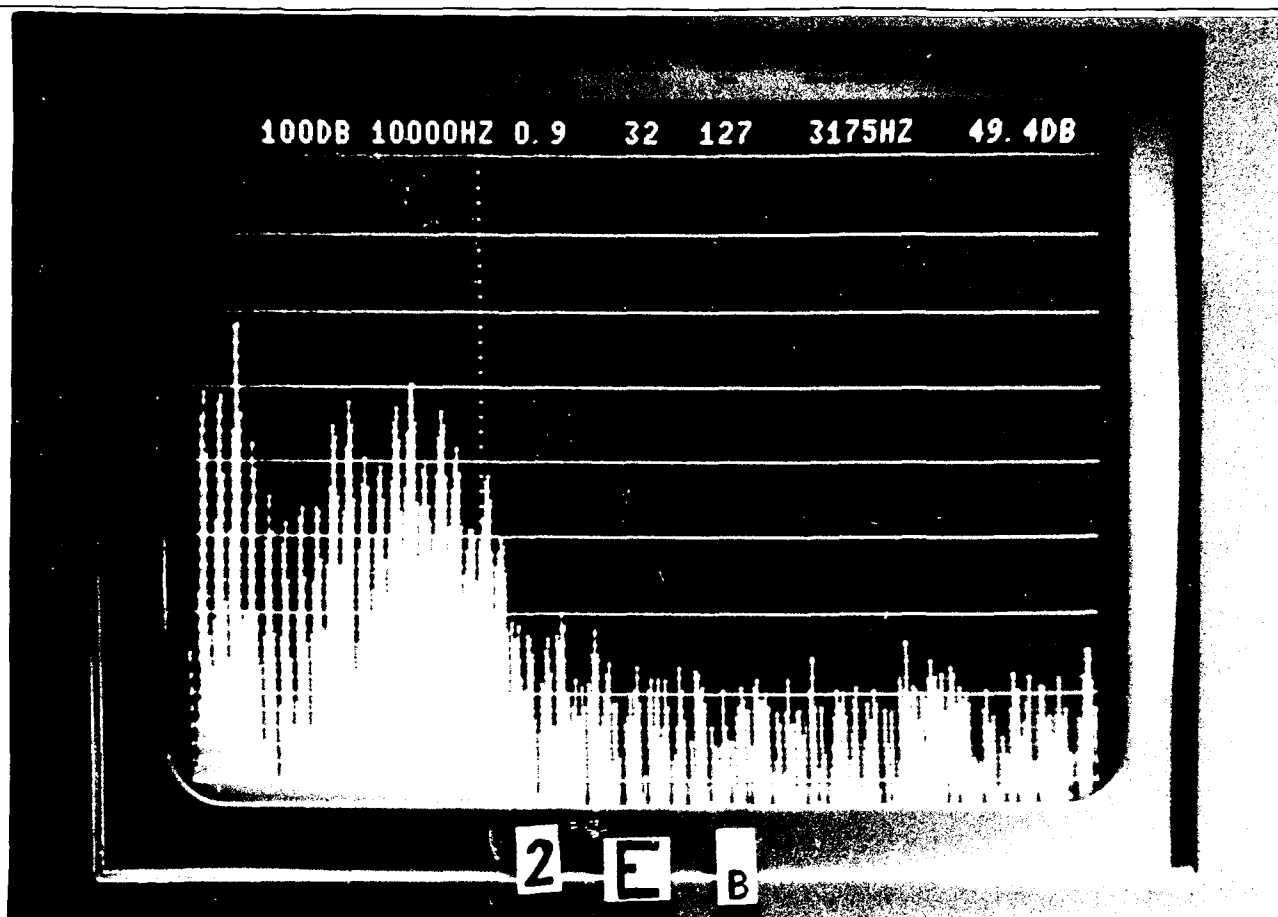
Grafica 28.- Bajo 2 Vocal "e" Grave 109'5 Hz.



Grafica 29.- Bajo 3 Vocal "e" Grave 89'2 Hz.



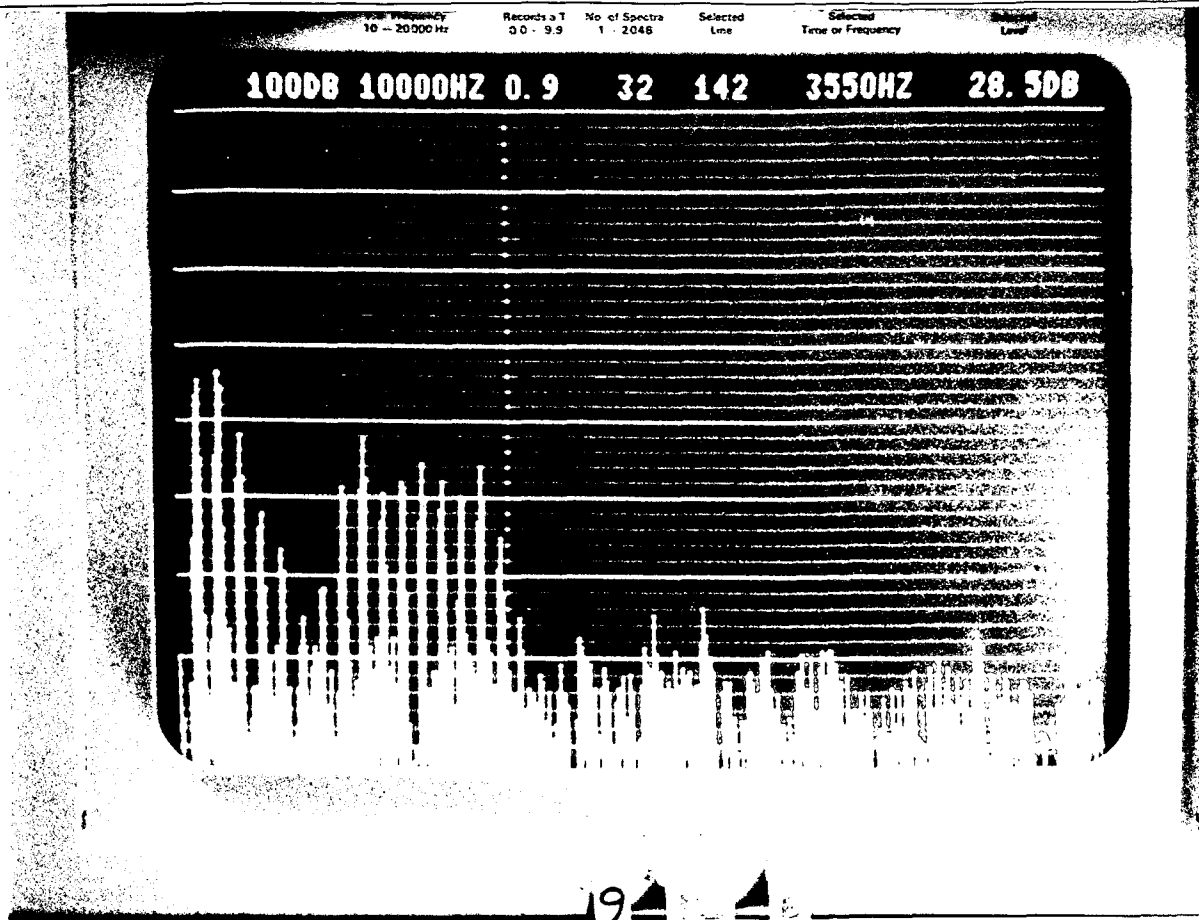
Grafica 30.- Baritono 2 Vocal "e" Grave 143'3 Hz.



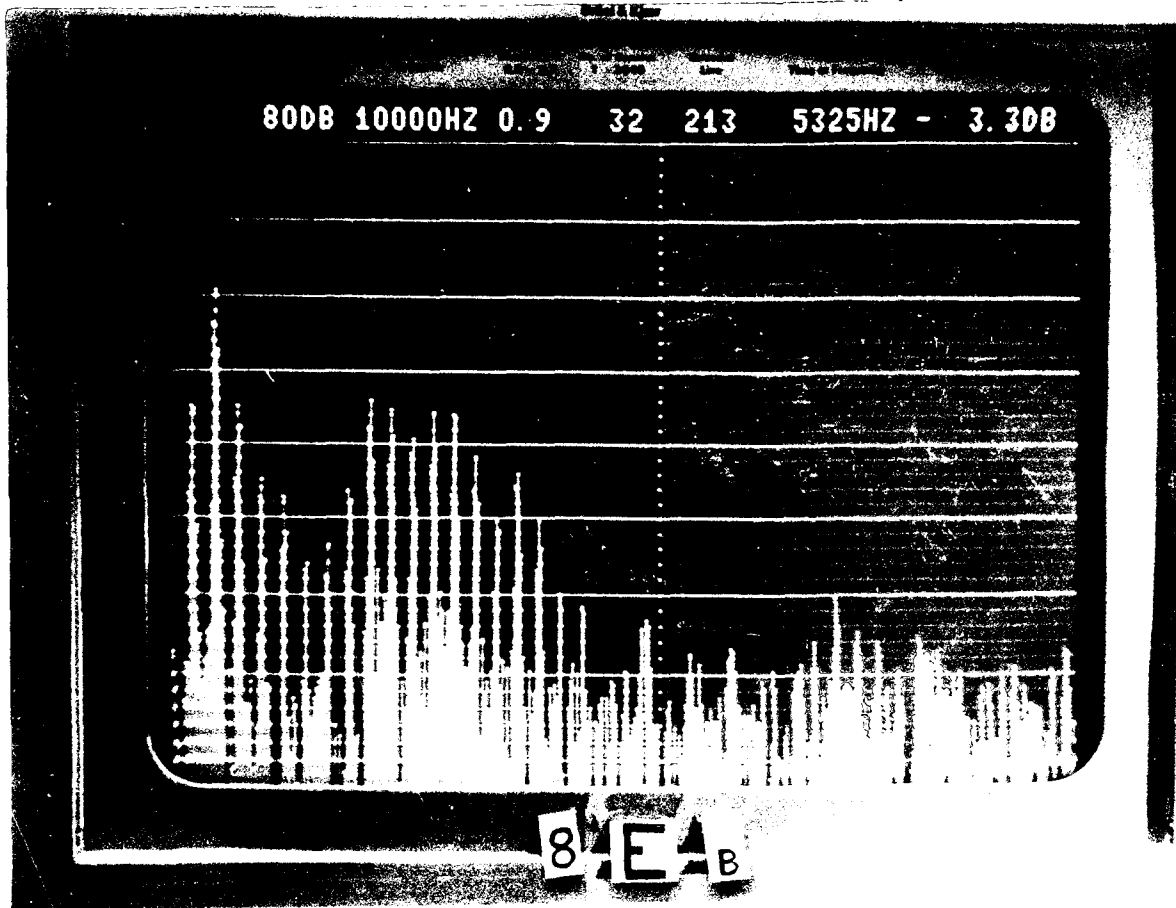
Grafica 31.- Tenor 1 Vocal "e" Grave 168'8 Hz.



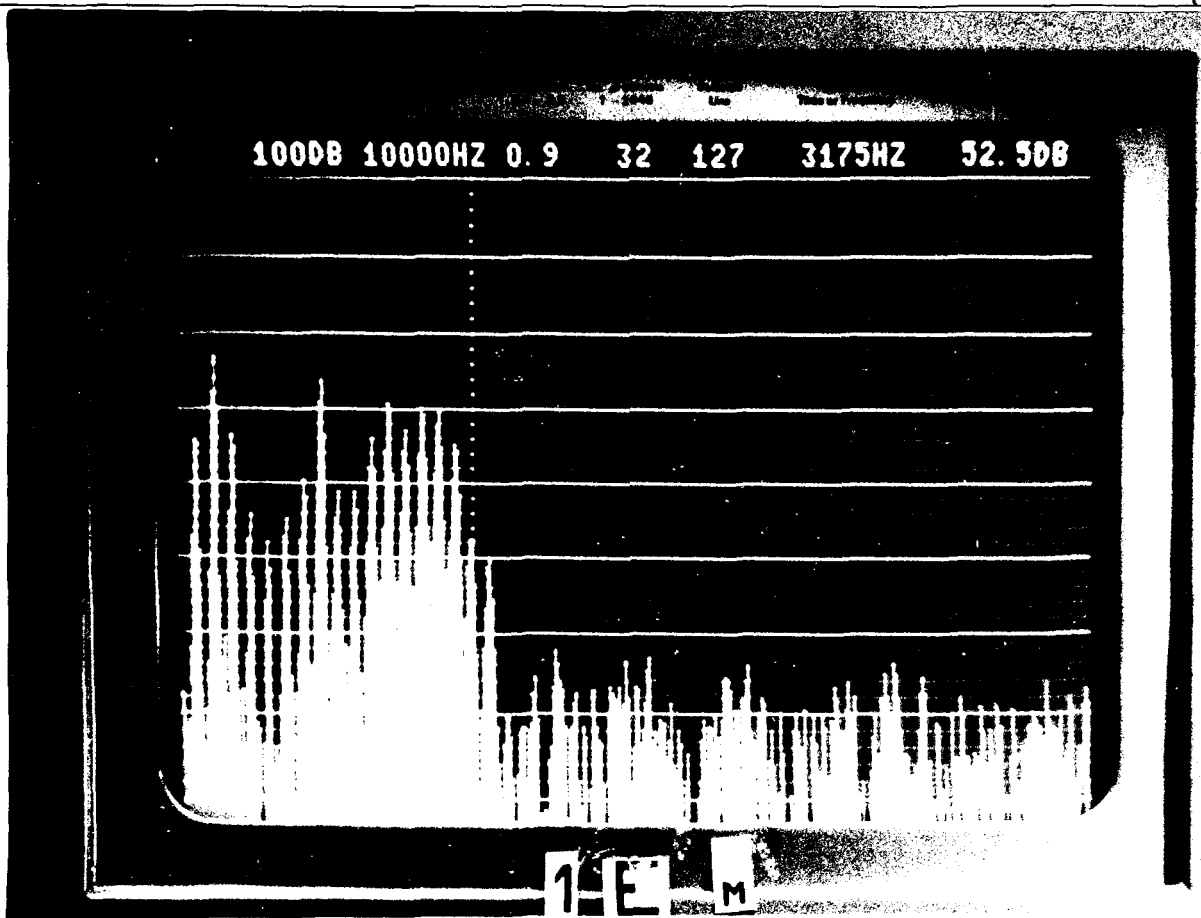
Grafica 32 .- Mezzo 1 Vocal "e" Grave 193'4 Hz.



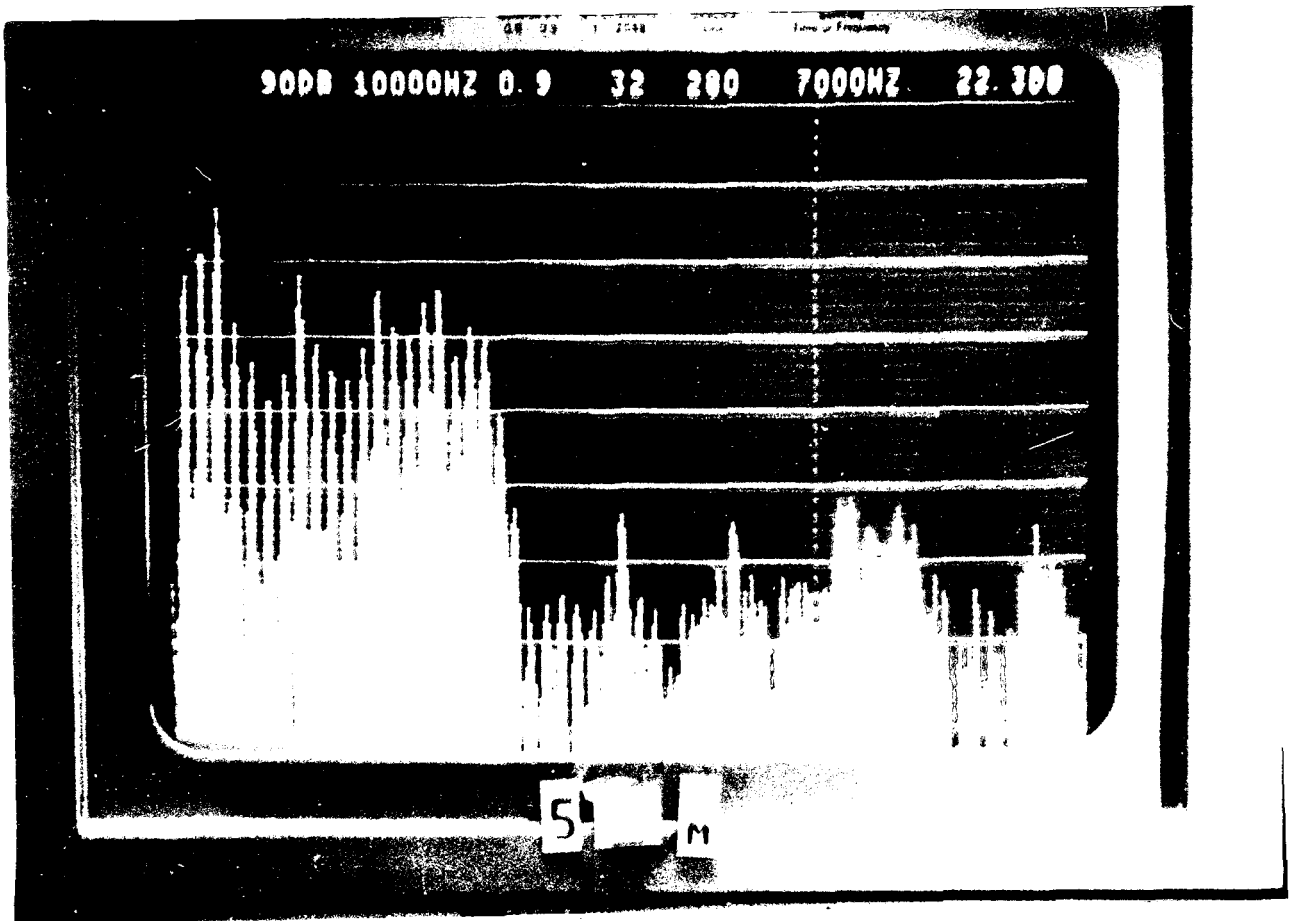
Grafica 33 .- Mezzo 2Vocal "e" Grave 217'7 Hz.



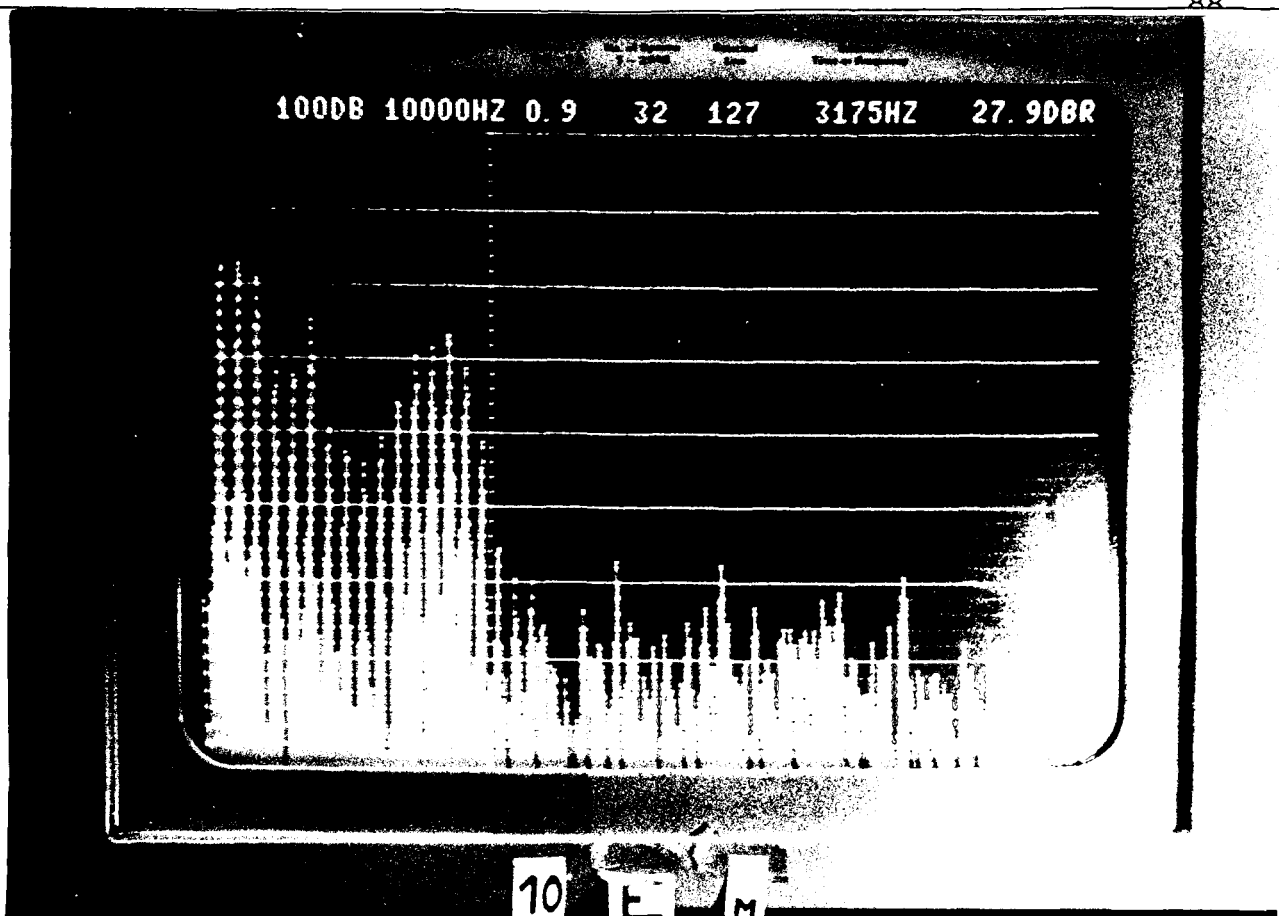
Grafica 34.- Soprano Vocal "e" Grave 236'6 Hz.



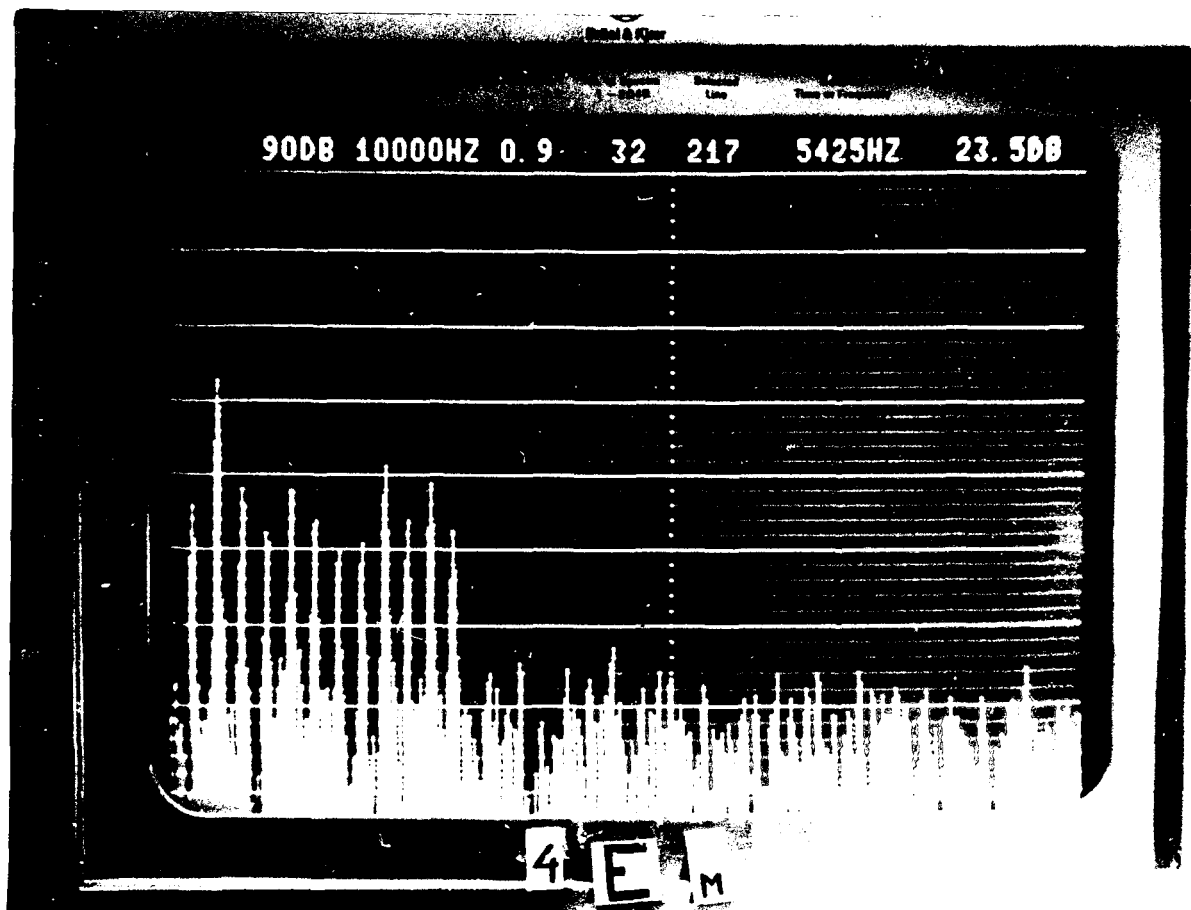
Grafica 35 .- Bajo 1 Vocal "e" Media 186'7 Hz.



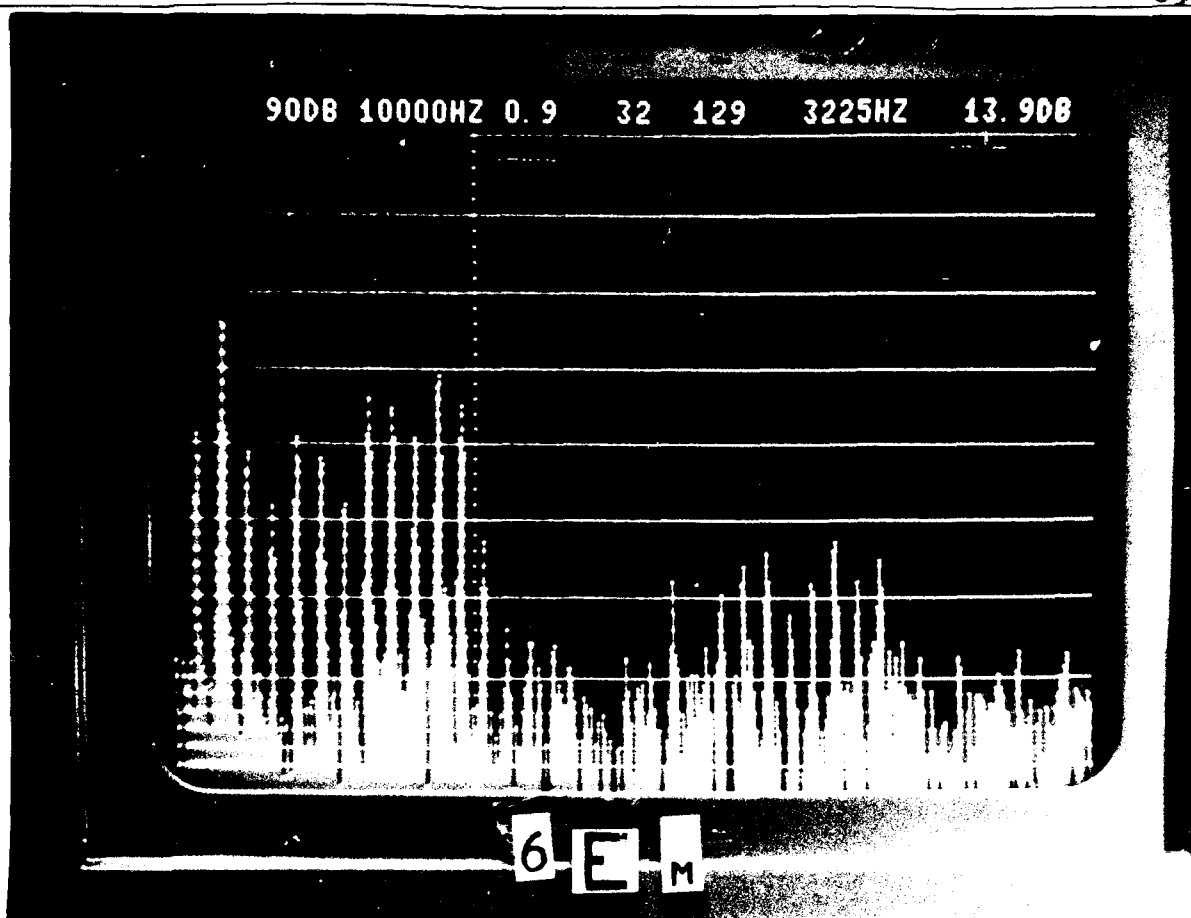
Grafica 36.- Bajo 2 Vocal "e" Media 168'5 Hz.



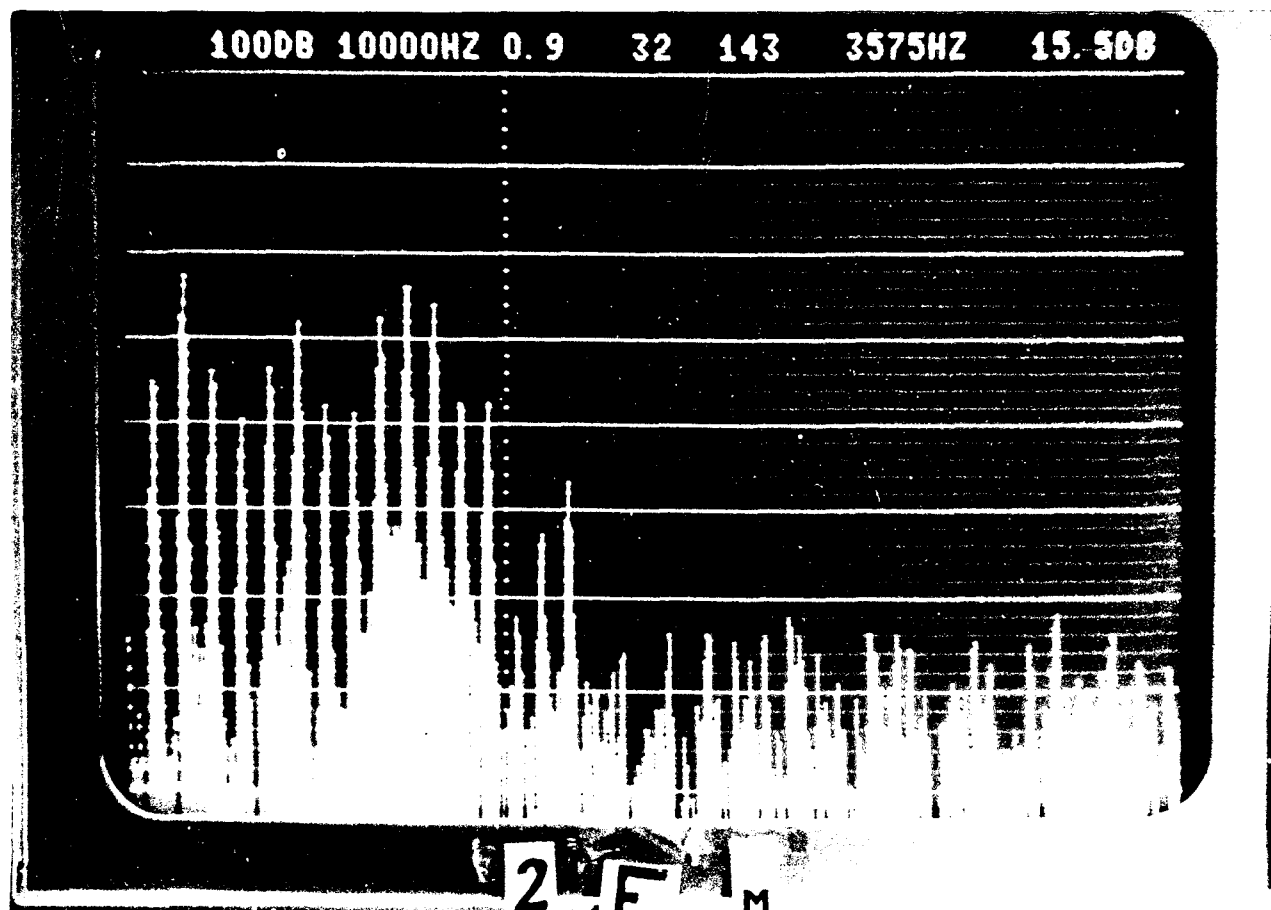
Grafica 37 .- Bajo 3 Vocal "e" Media 192'4 Hz.



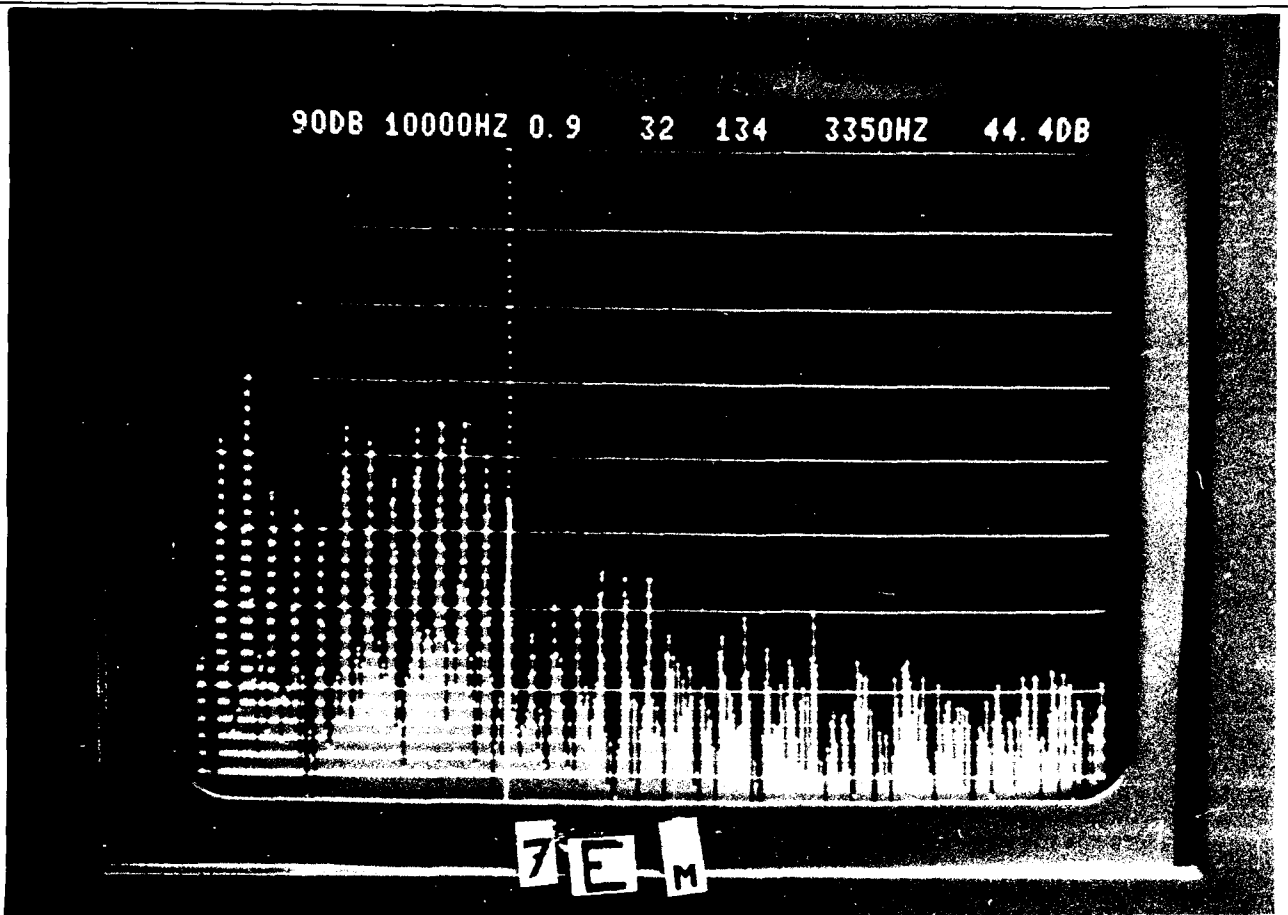
Grafica 38 .- Baritono 1 Vocal "e" Media 255 Hz.



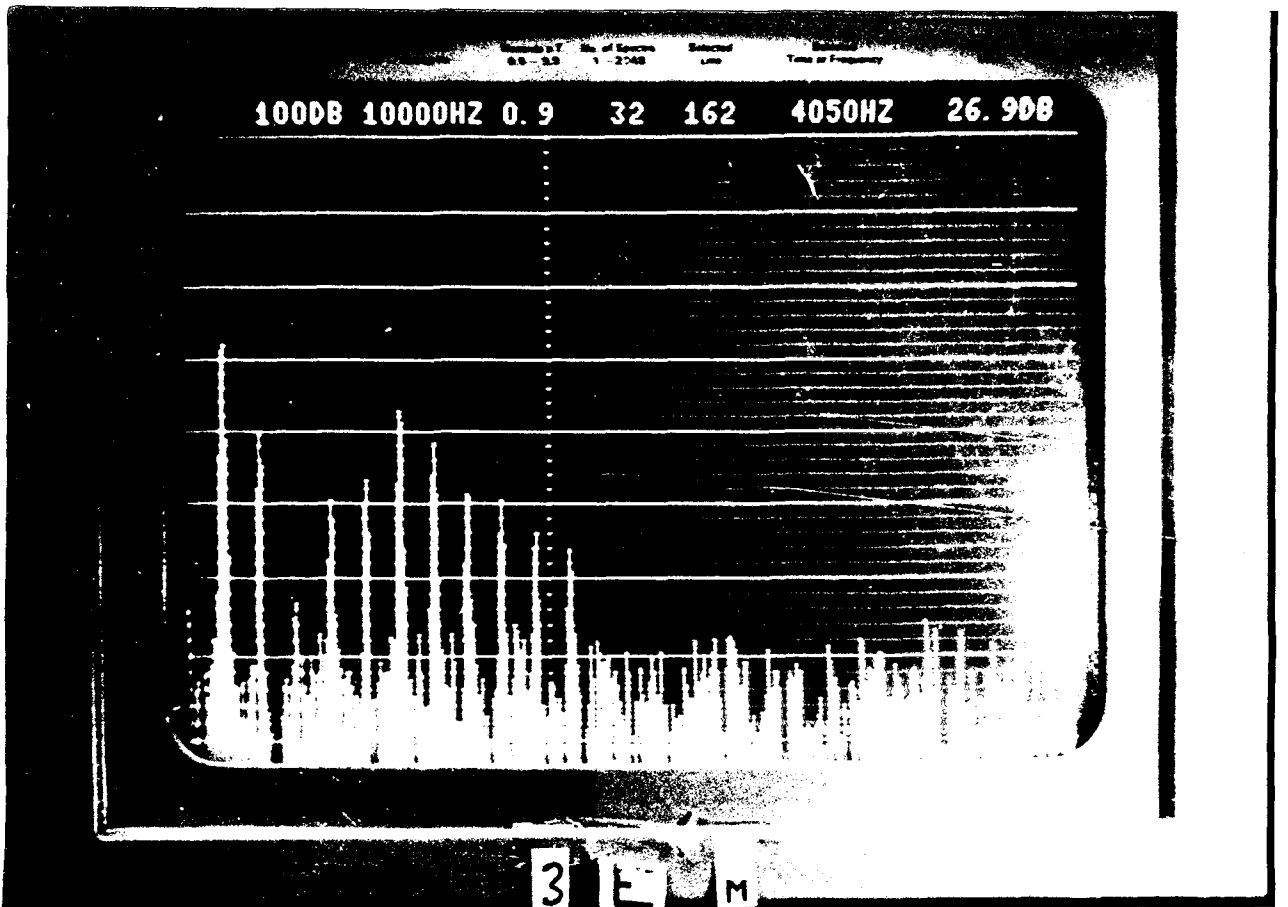
Grafica 39.- Baritono 2 Vocal "e" Media 258 Hz.



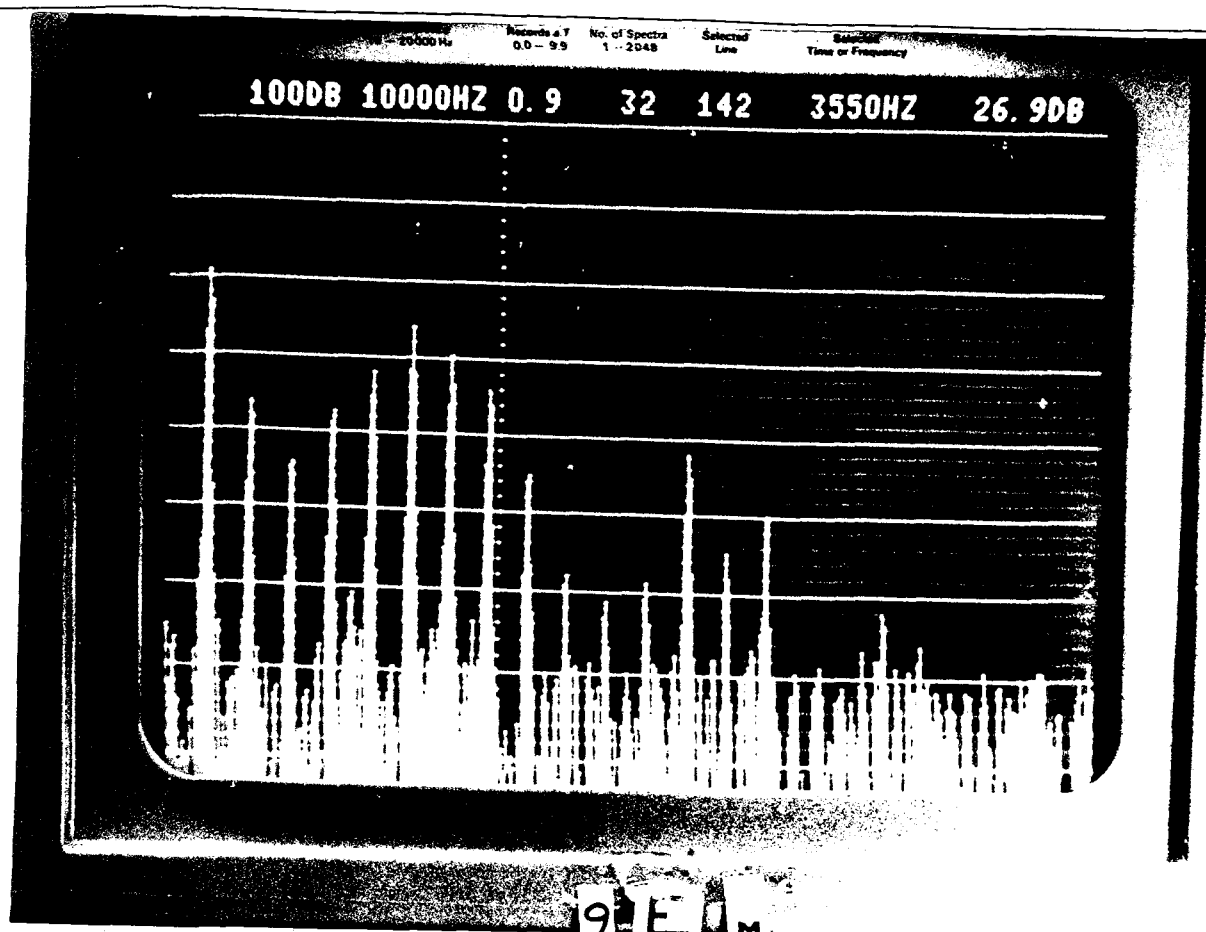
Grafica 40 .- Tenor 1 Vocal "e" Media 264'8 Hz.



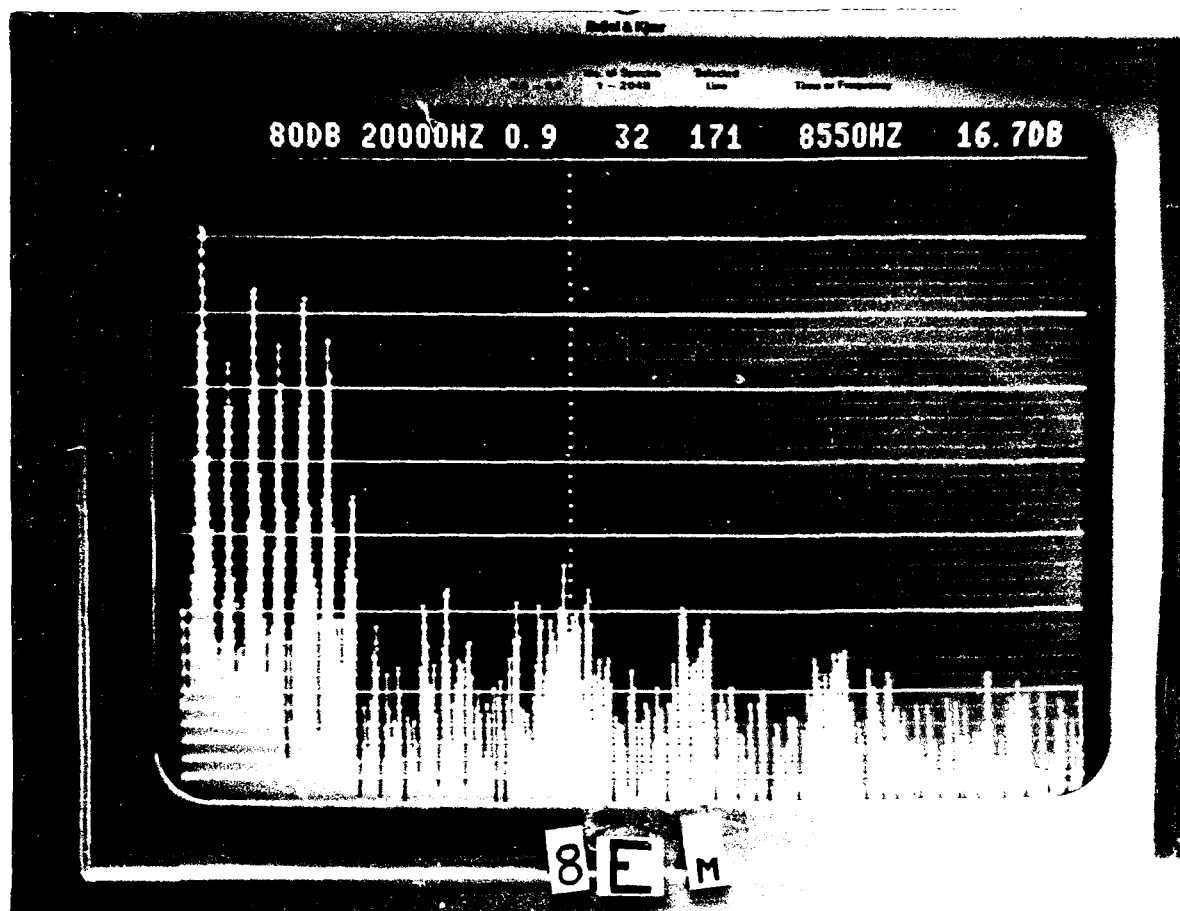
Grafica 41.- Tenor 2 Vocal "e" Media 257'6 Hz.



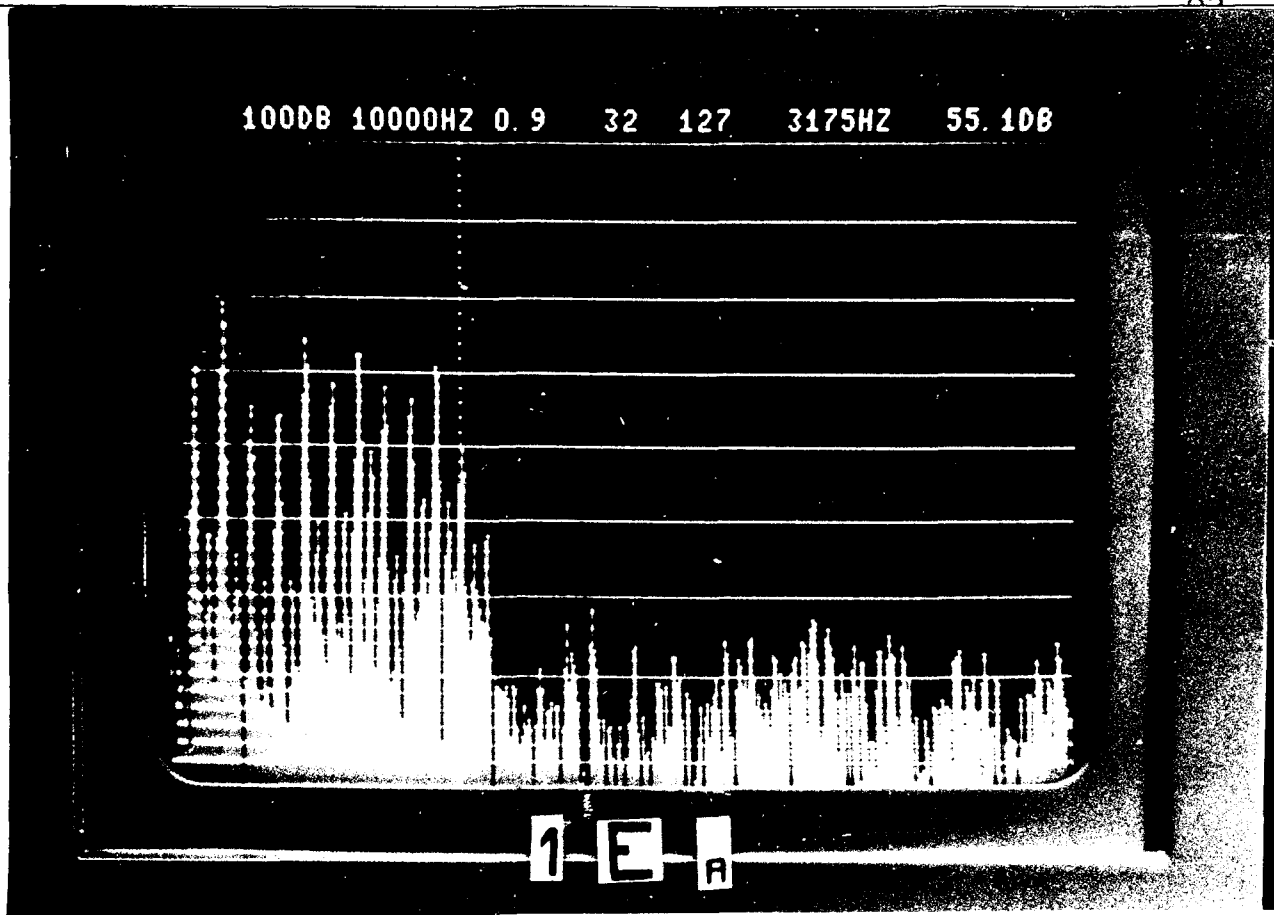
Grafica 42 .- Mezzo 1 Vocal "e" Media 389'4 Hz.



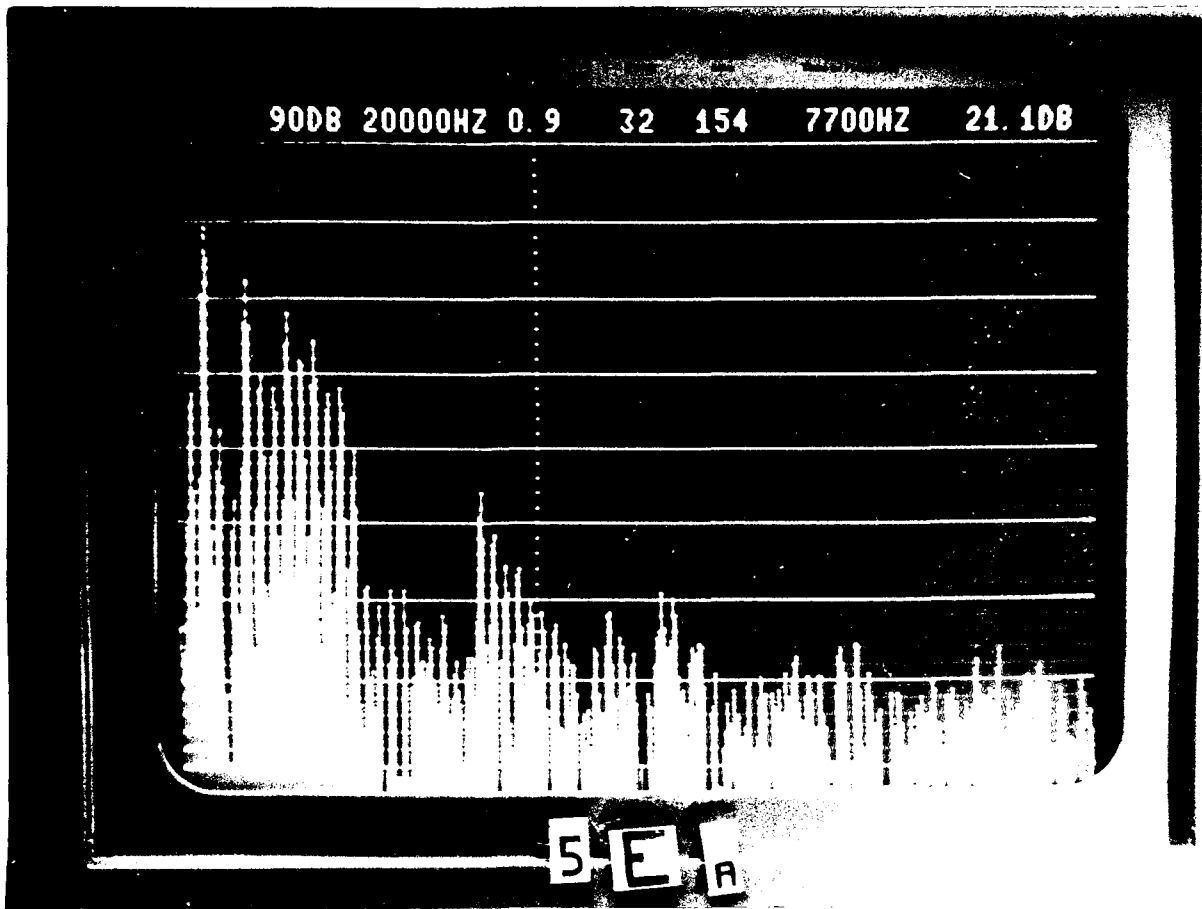
Grafica 43 .- Mezzo 2 Vocal "e" Media 427'7 Hz.



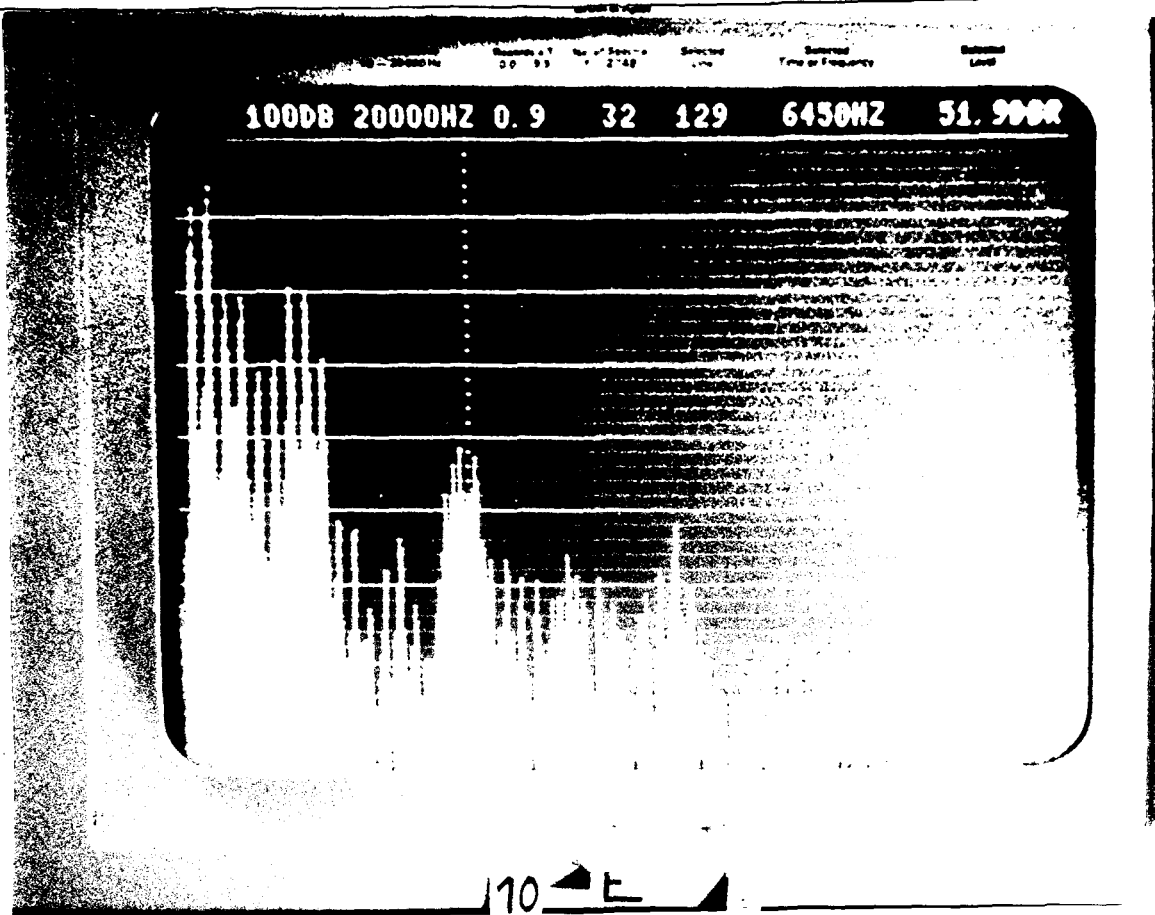
Grafica 44.- Soprano Vocal "e" Media 524'5 Hz.



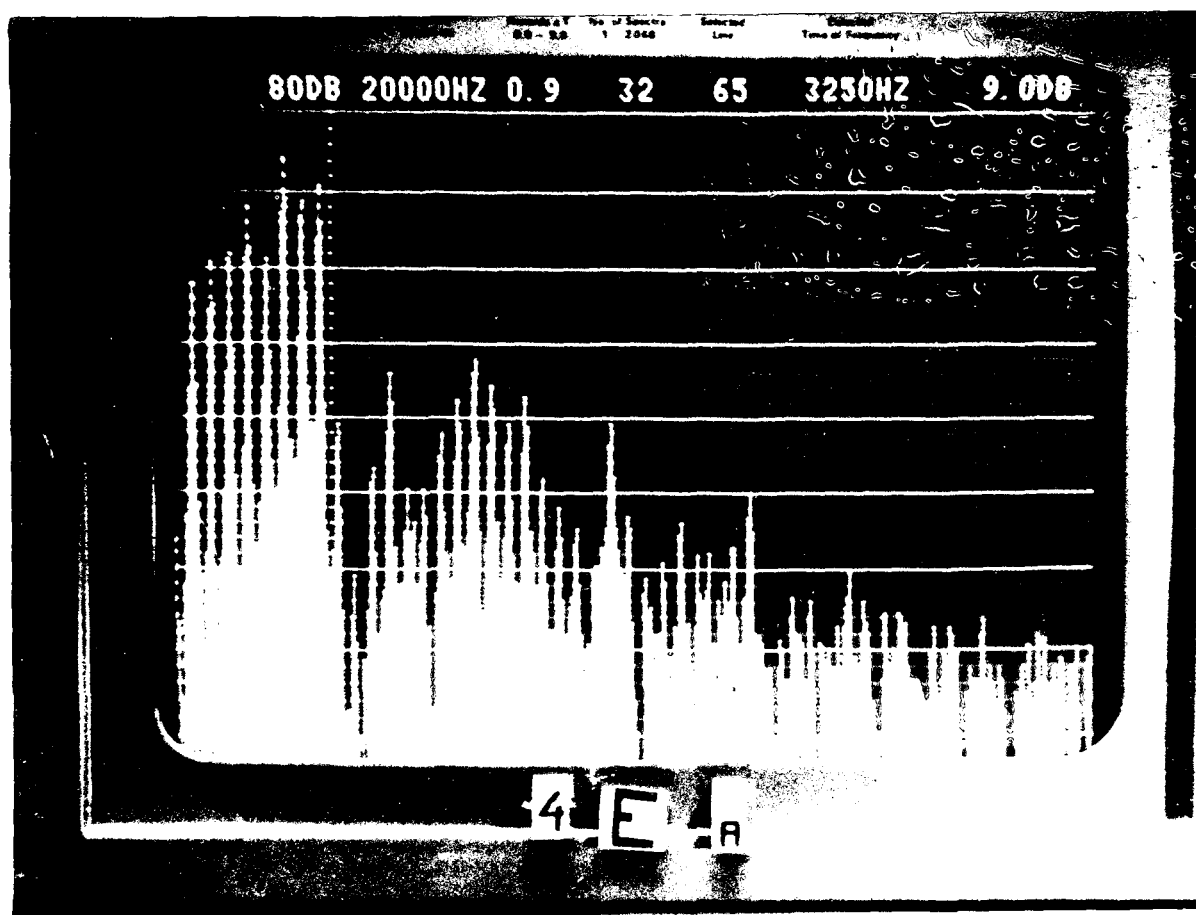
Grafica 45 .- Bajo 1 Vocal "e" Alta 288'6 Hz.



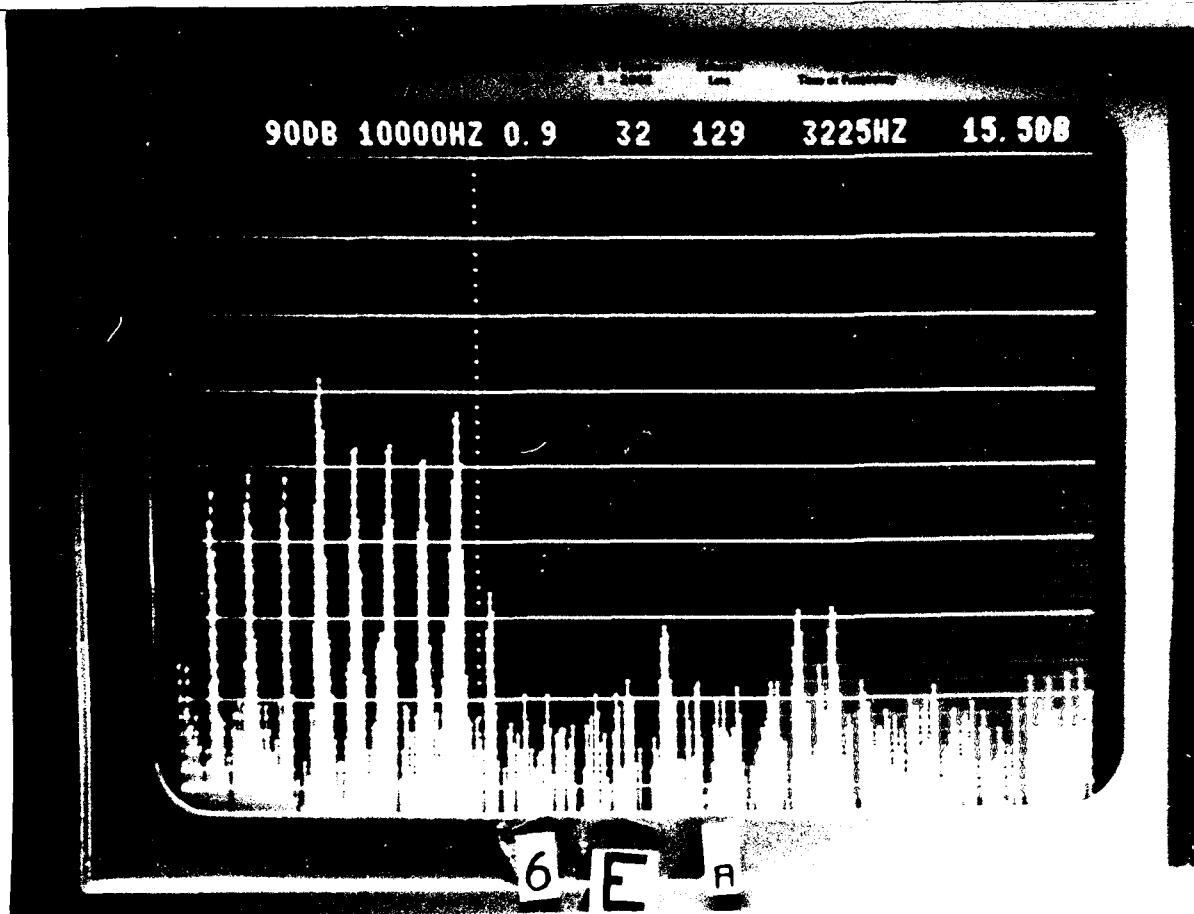
Grafica 46 .- Bajo 2 Vocal "e" Alta 290'5 Hz.



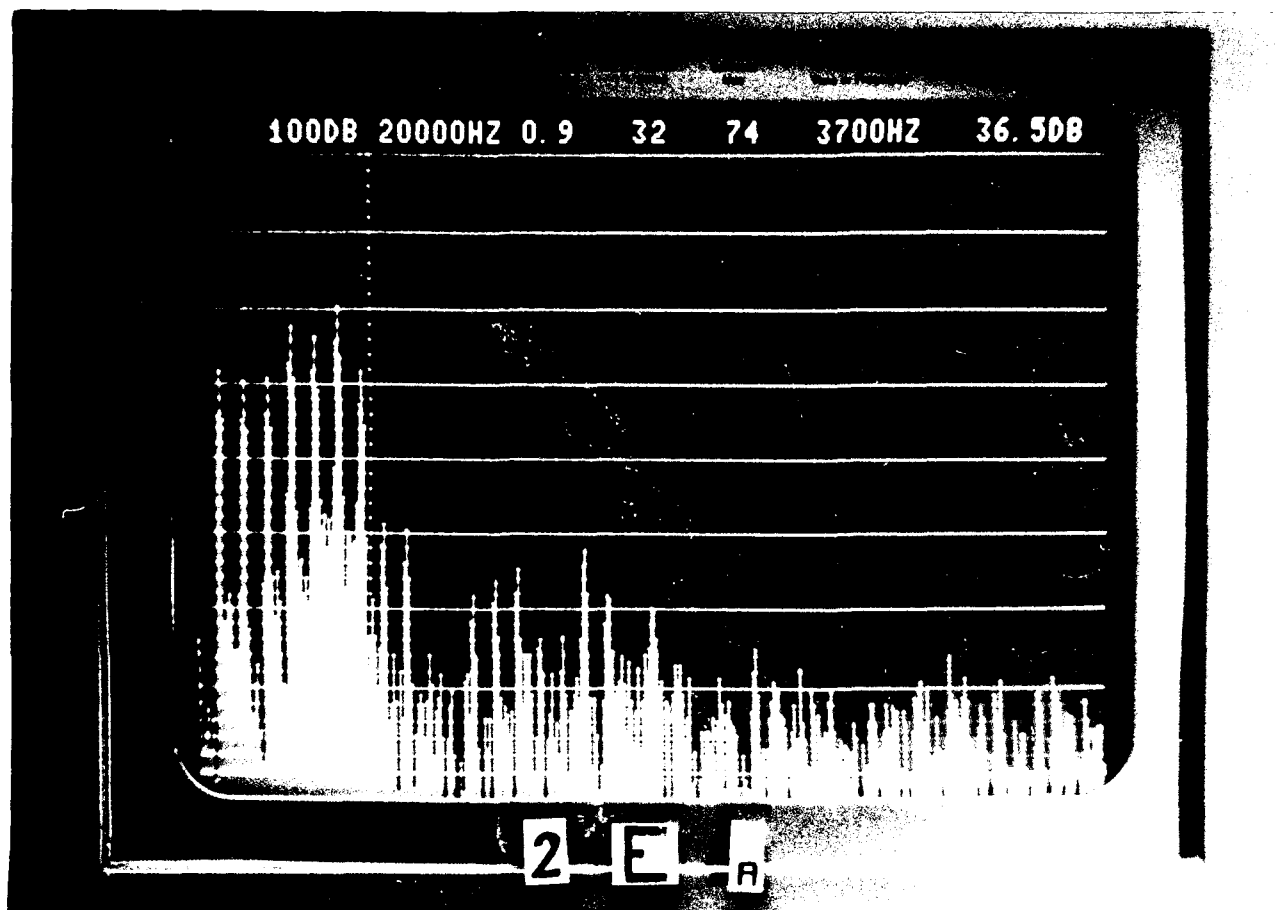
Grafica 47 .- Bajo 3 Vocal "e" Alta 332'4 Hz.



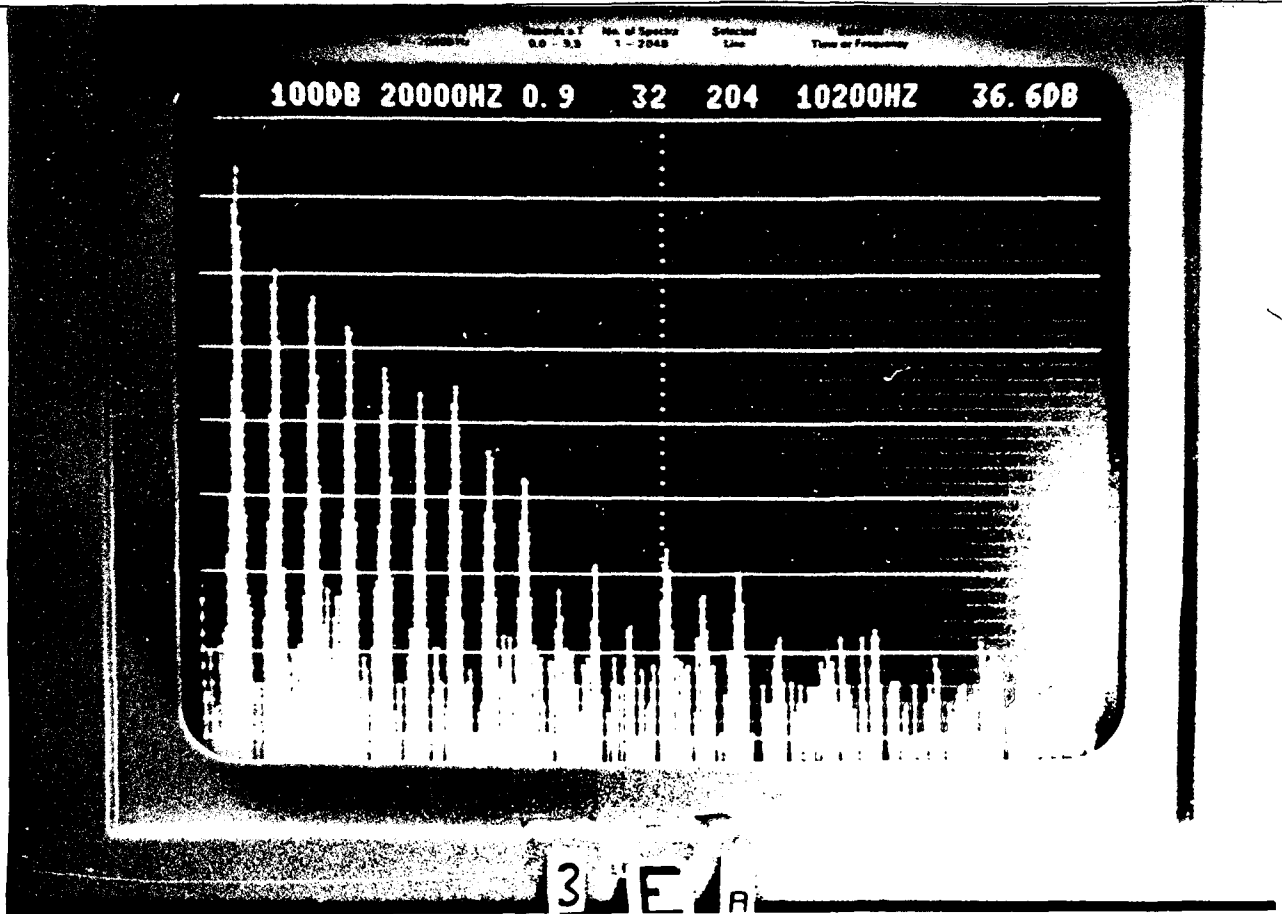
Grafica 48 .- Baritono 1 Vocal "e" Alta 382'3 Hz.



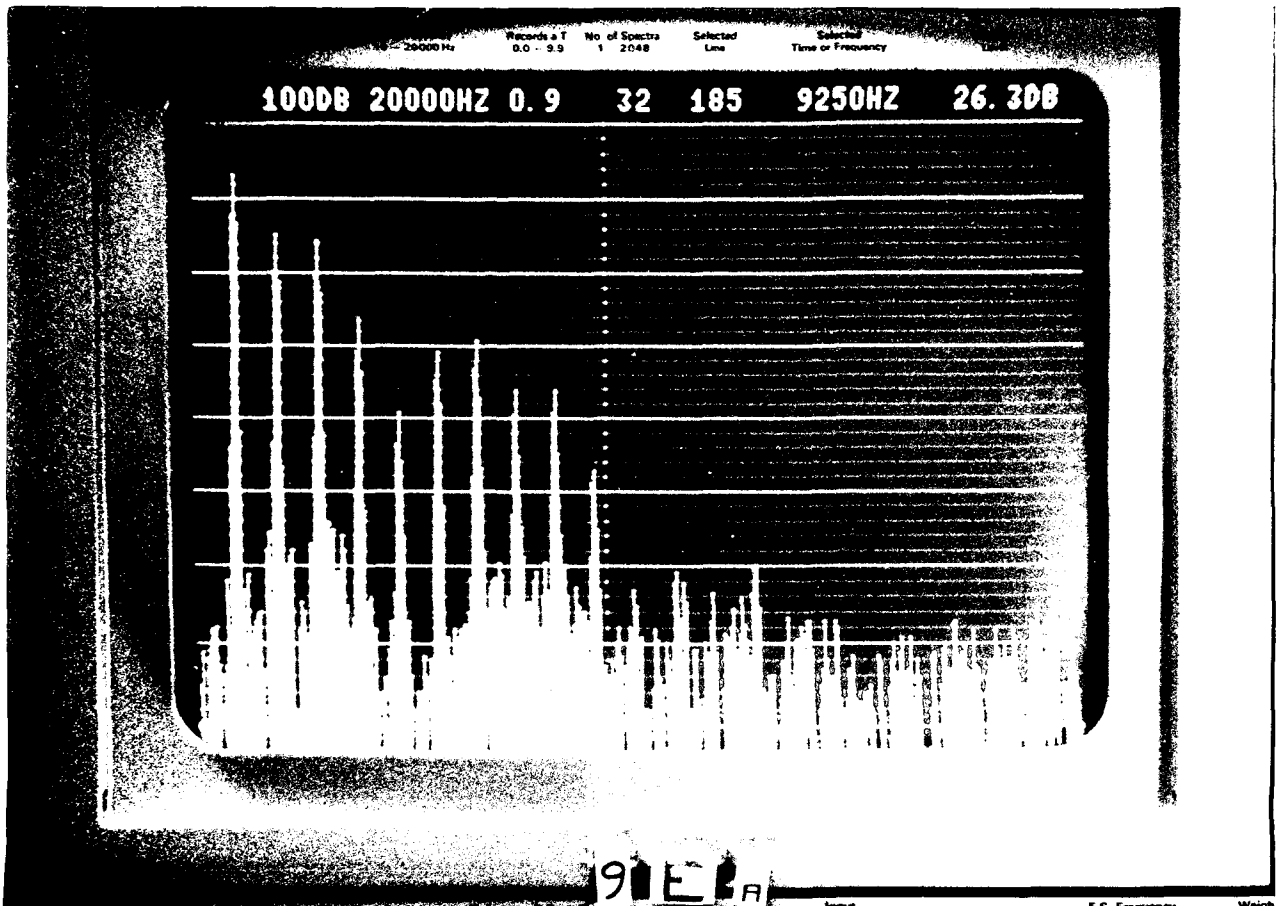
Grafica 49.- Baritono 2 Vocal "e" Alta 379'4 Hz.



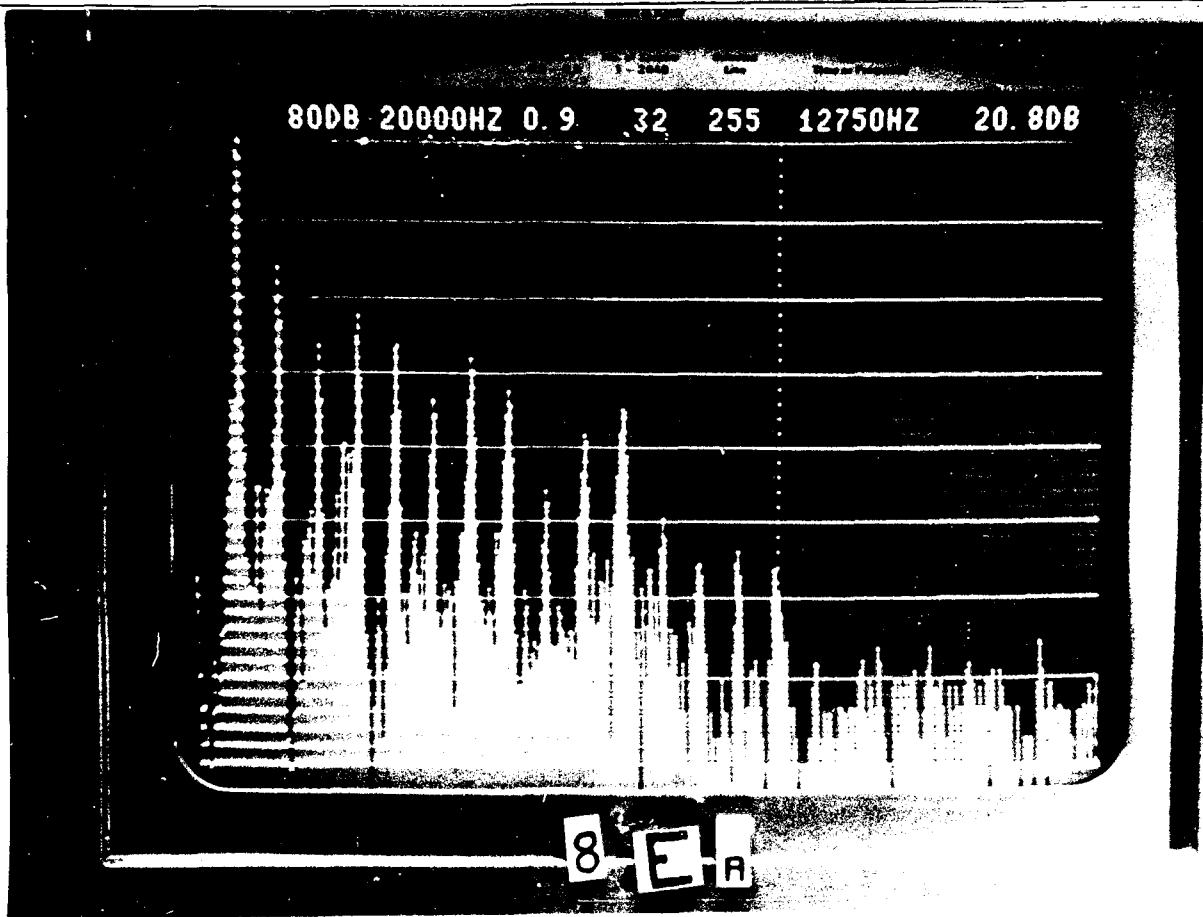
Grafica 50.- Tenor 1 Vocal "e" Alta 506'8 Hz.



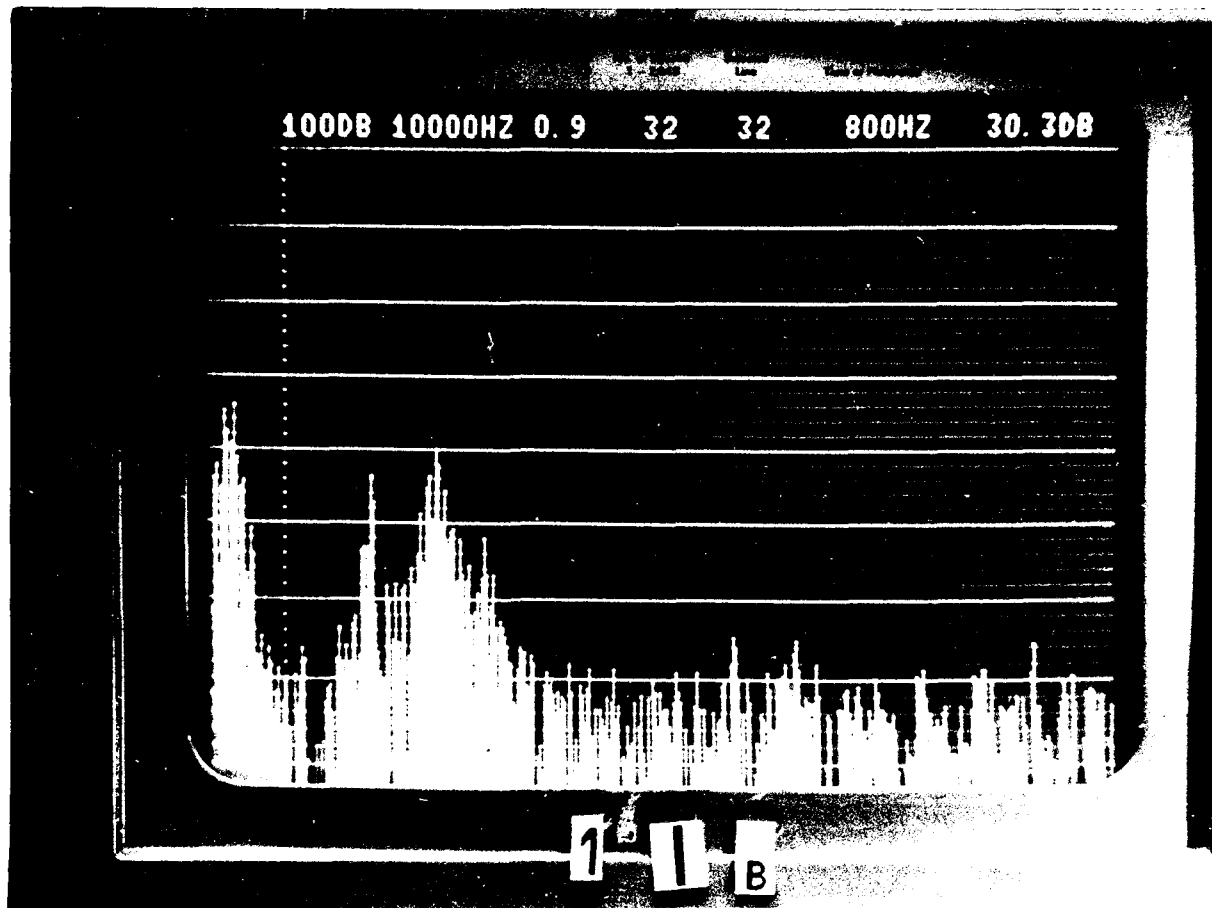
Grafica 51.- Mezzo 1 Vocal "e" Alta 790'6 Hz.



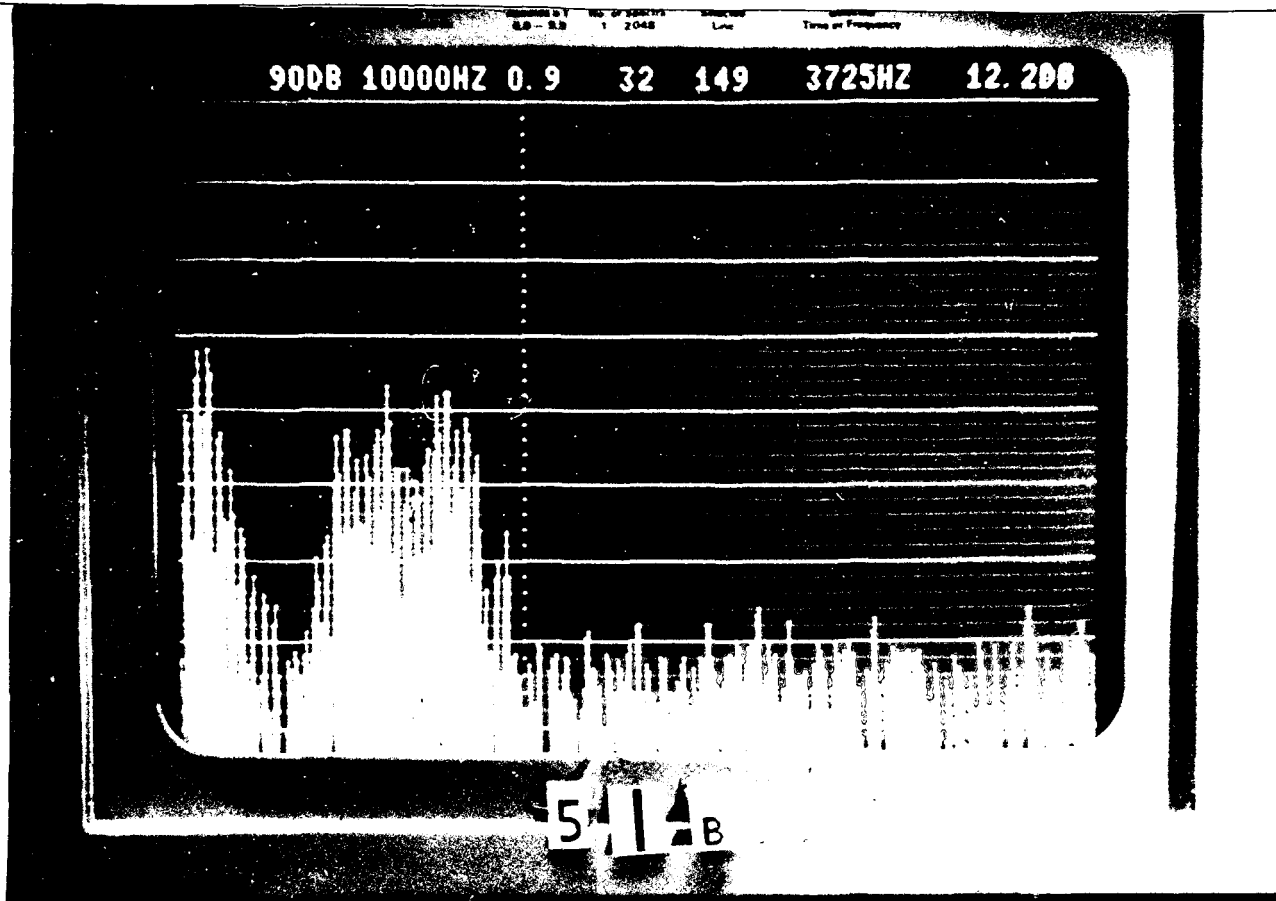
Grafica 52 .- Mezzo 2 Vocal "e" Alta 906'8 Hz.



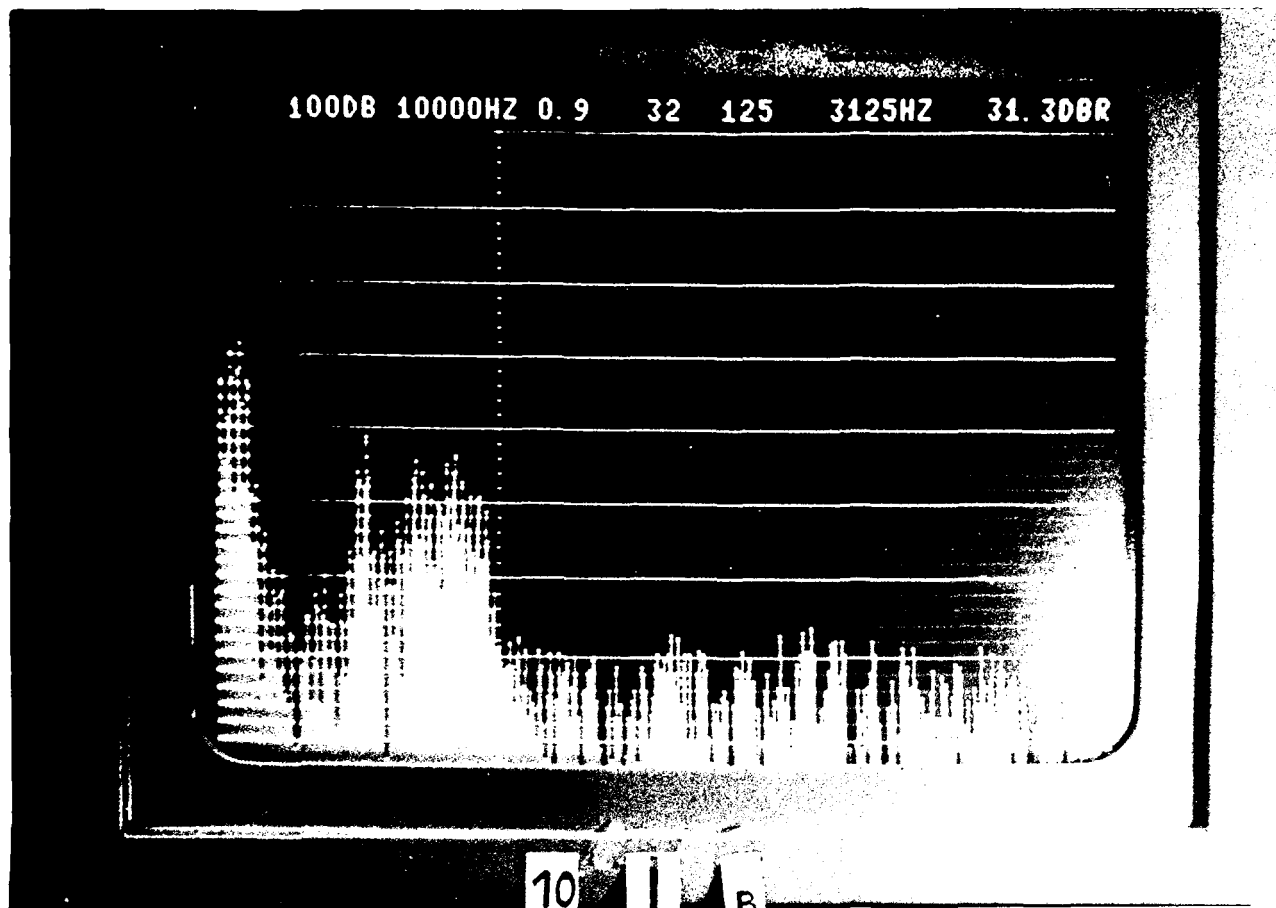
Grafica 53.- Soprano Vocal "e" Alta 850 Hz.



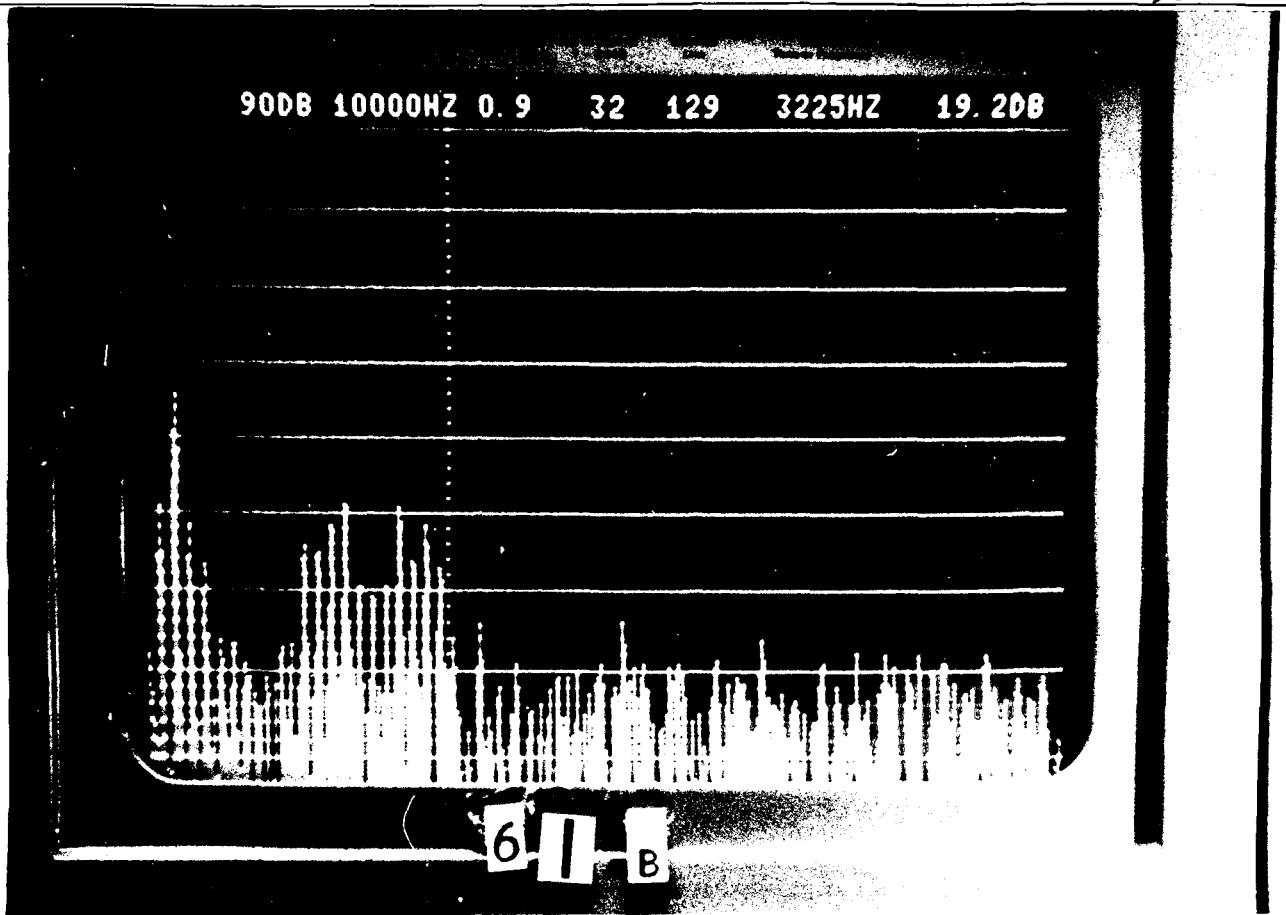
Grafica 54 .- Bajo 1 Vocal "i" Grave 88'8 Hz.



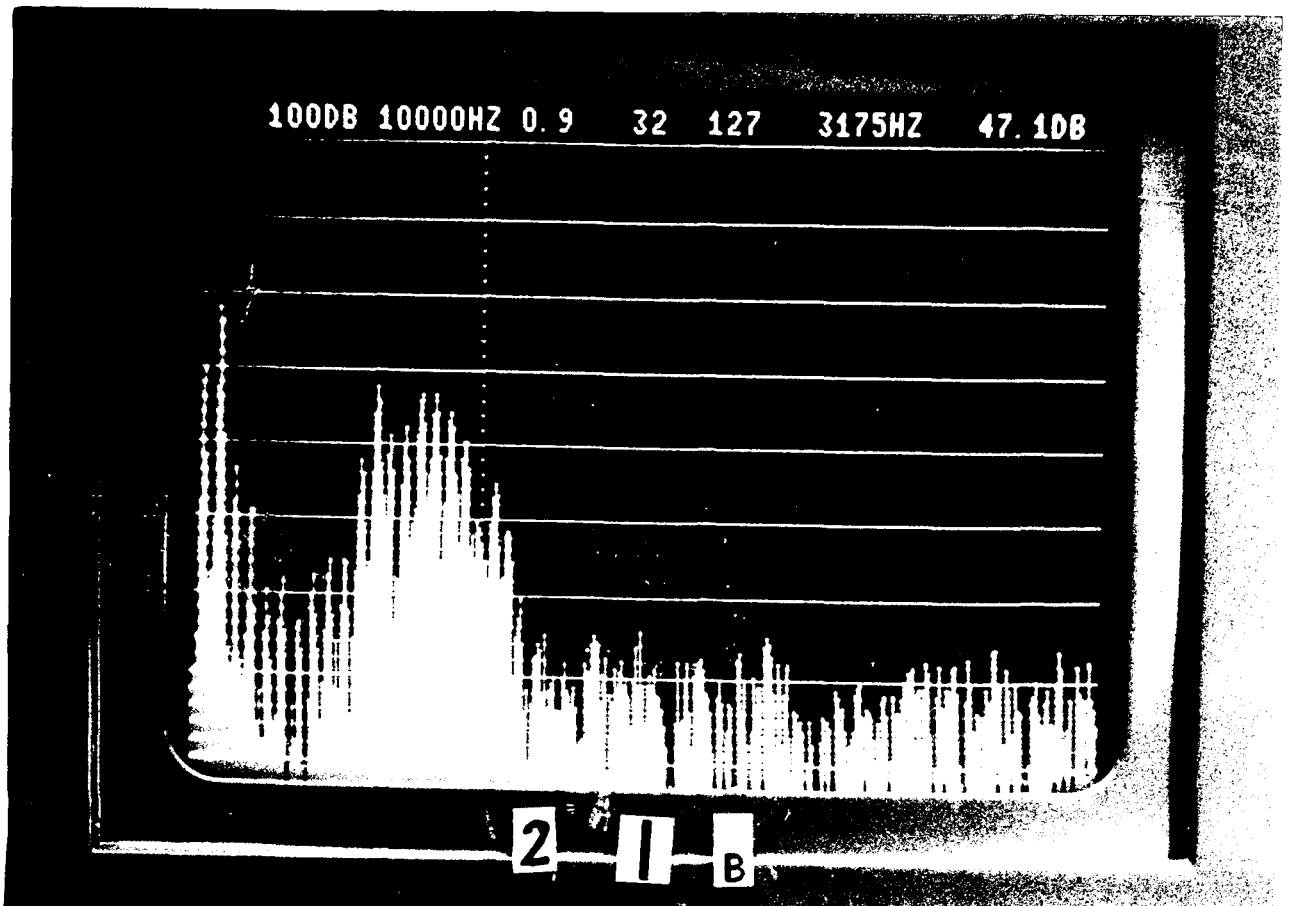
Grafica 55.- Bajo 2 Vocal "i" Grave 109'5 Hz.



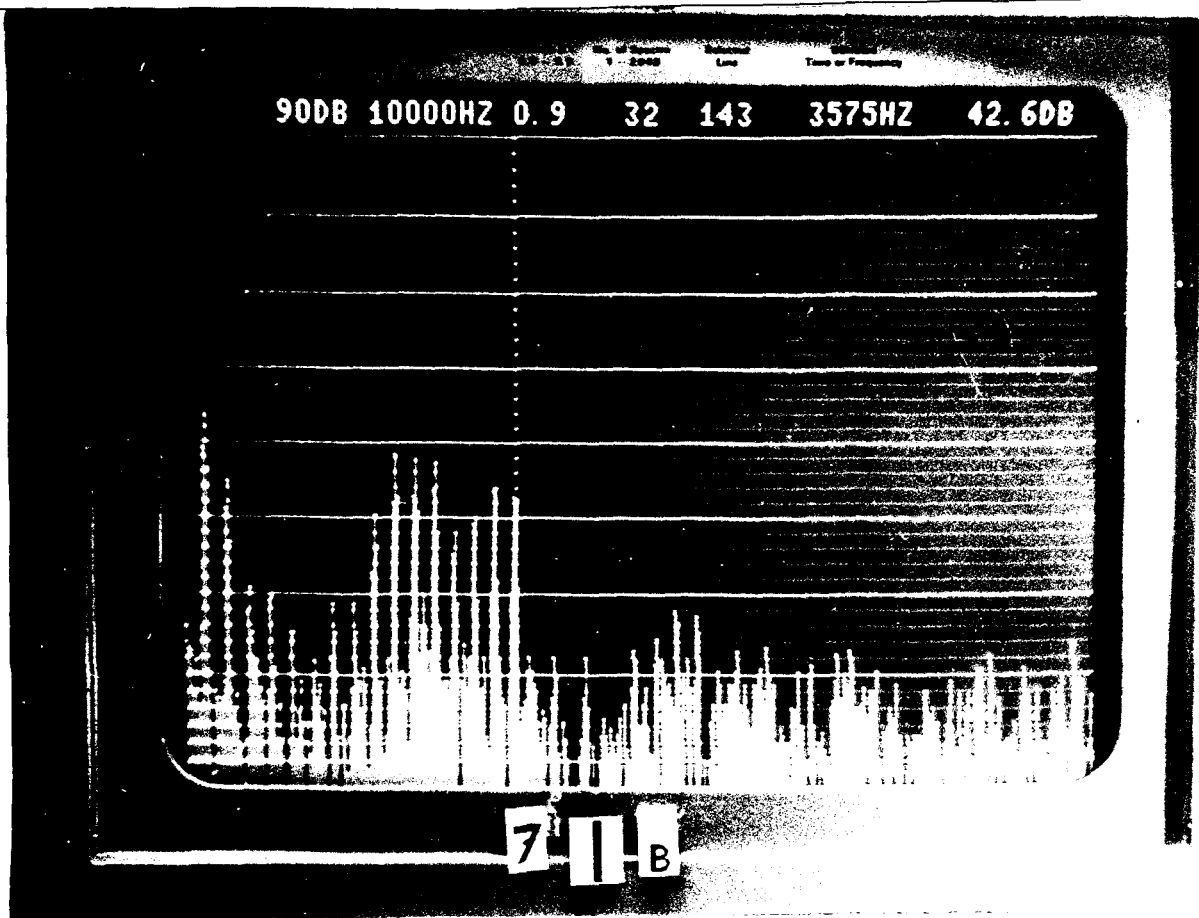
Grafica 56.- Bajo 3 Vocal "i" Grave 90'5 Hz.



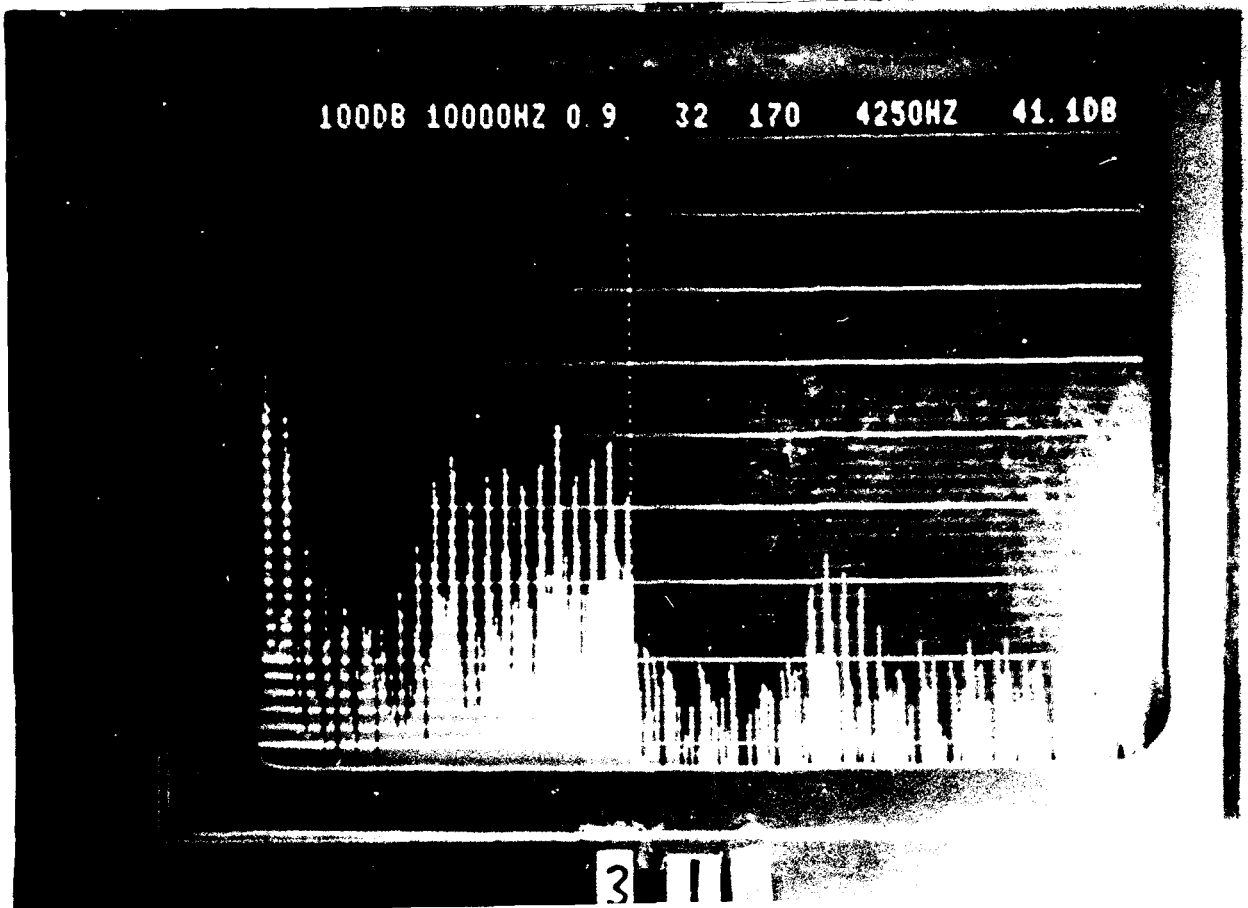
Grafica 57 .- Baritono 2 Vocal "i" Grave 143'3 Hz.



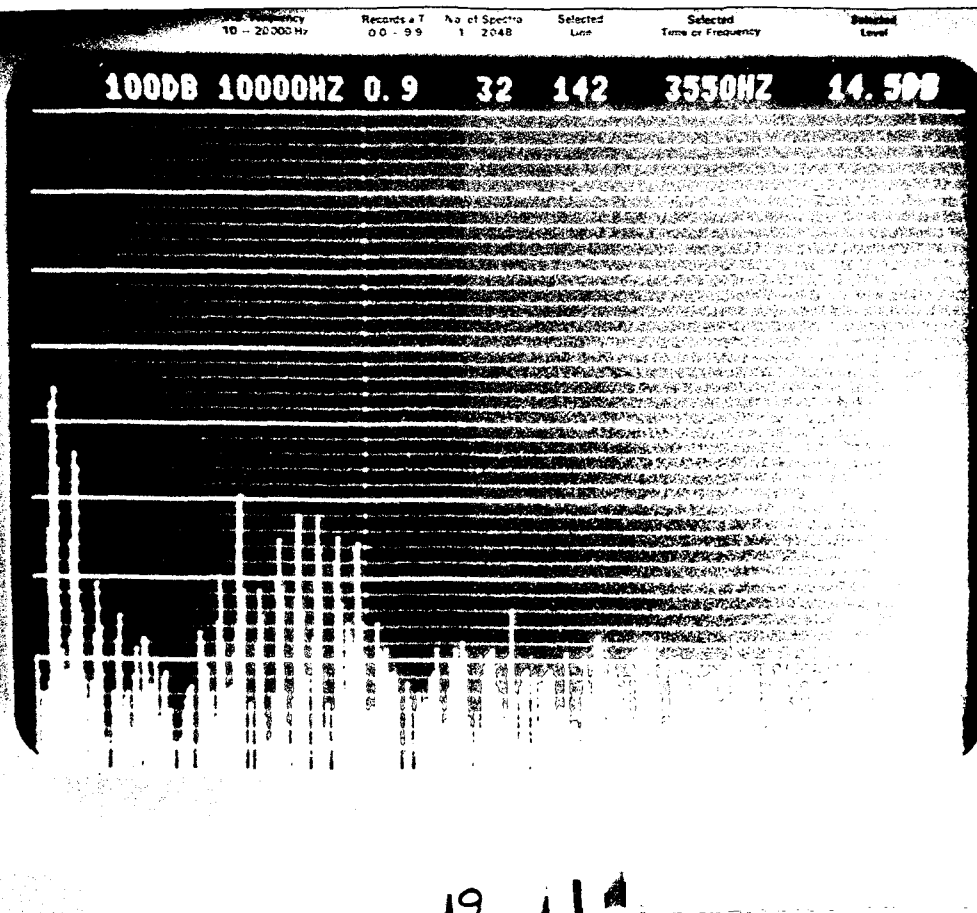
Grafica 58.- Tenor 1 Vocal "i" Grave 167'1 Hz.



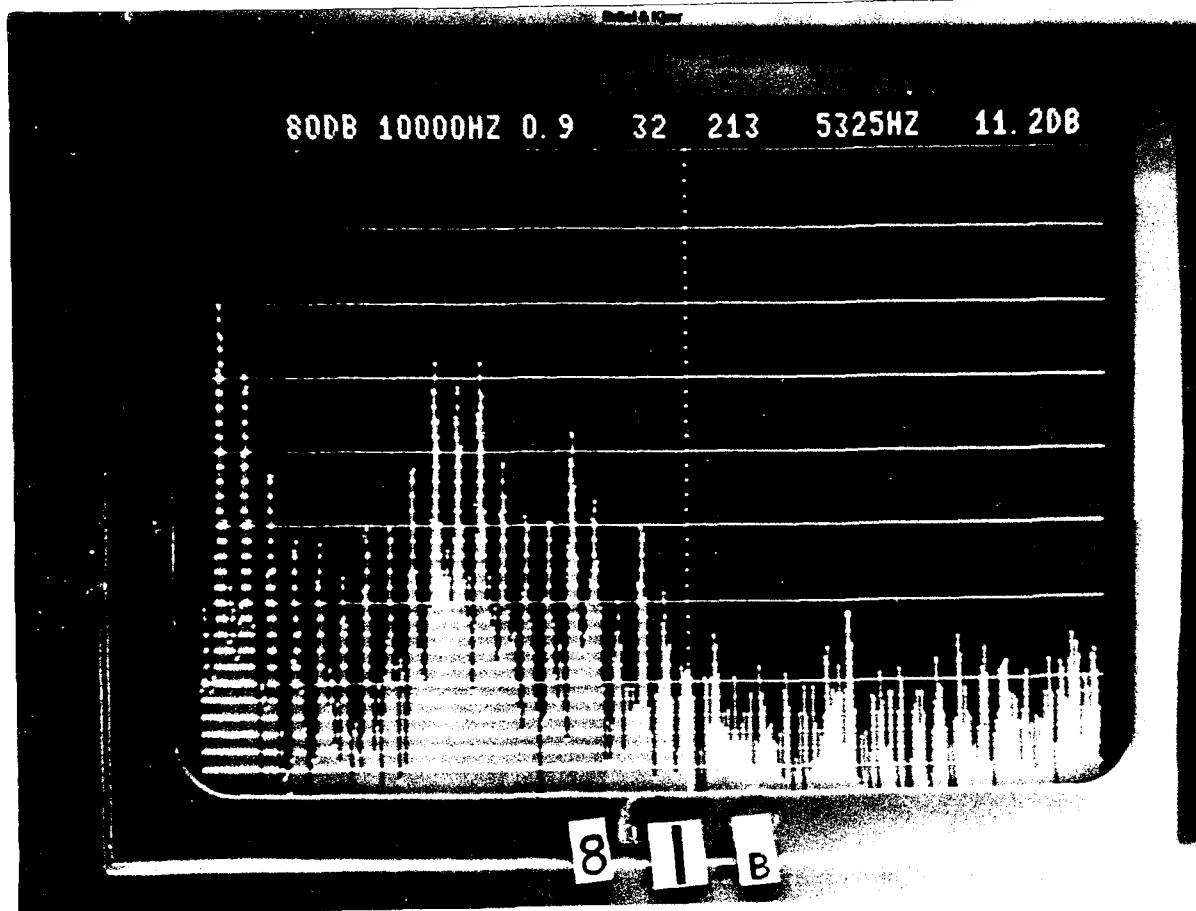
Grafica 59 .- Tenor 2 Vocal "i" Grave 223'4 Hz.



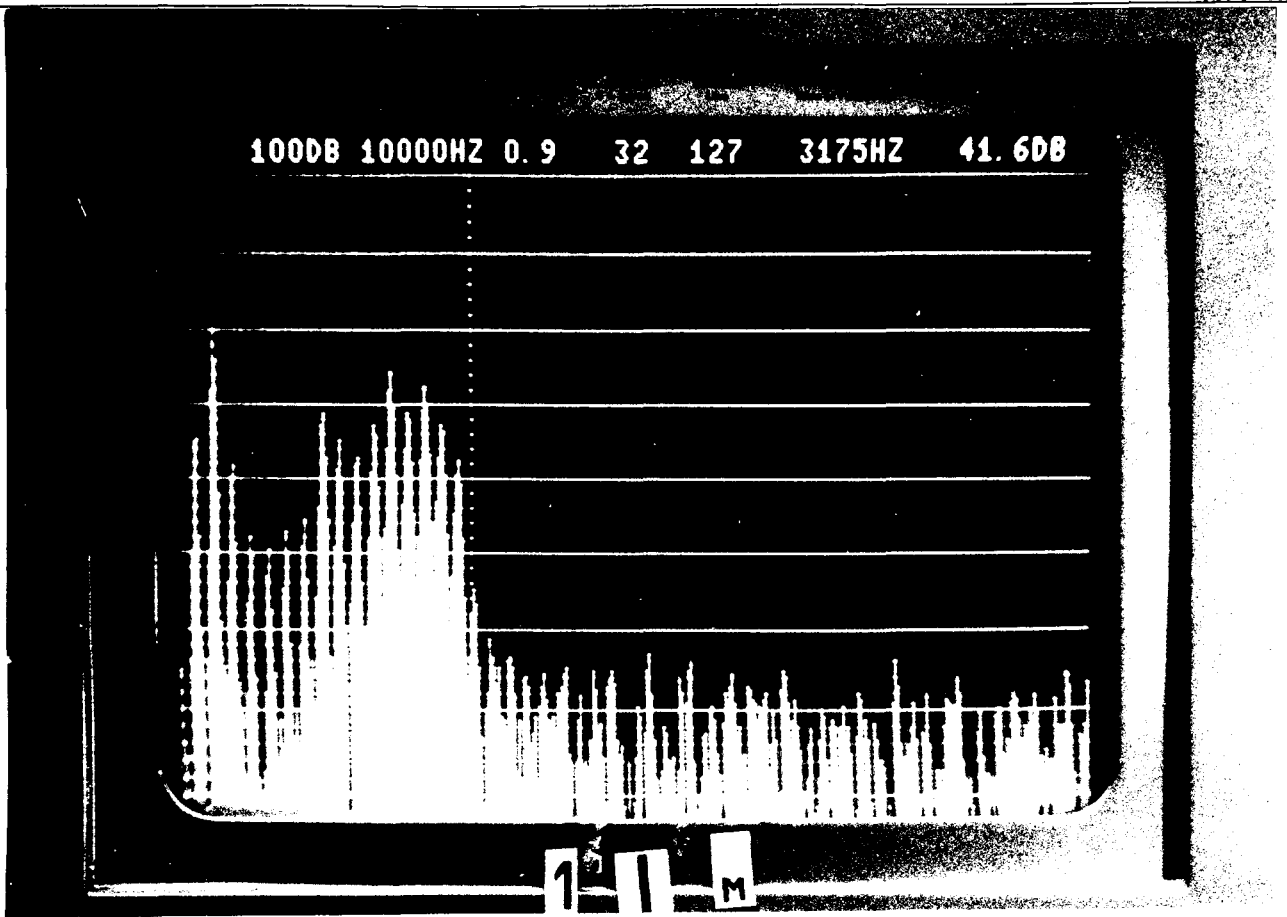
Grafica 60.- Mezzo 1 Vocal "i" Grave 202'3 Hz.



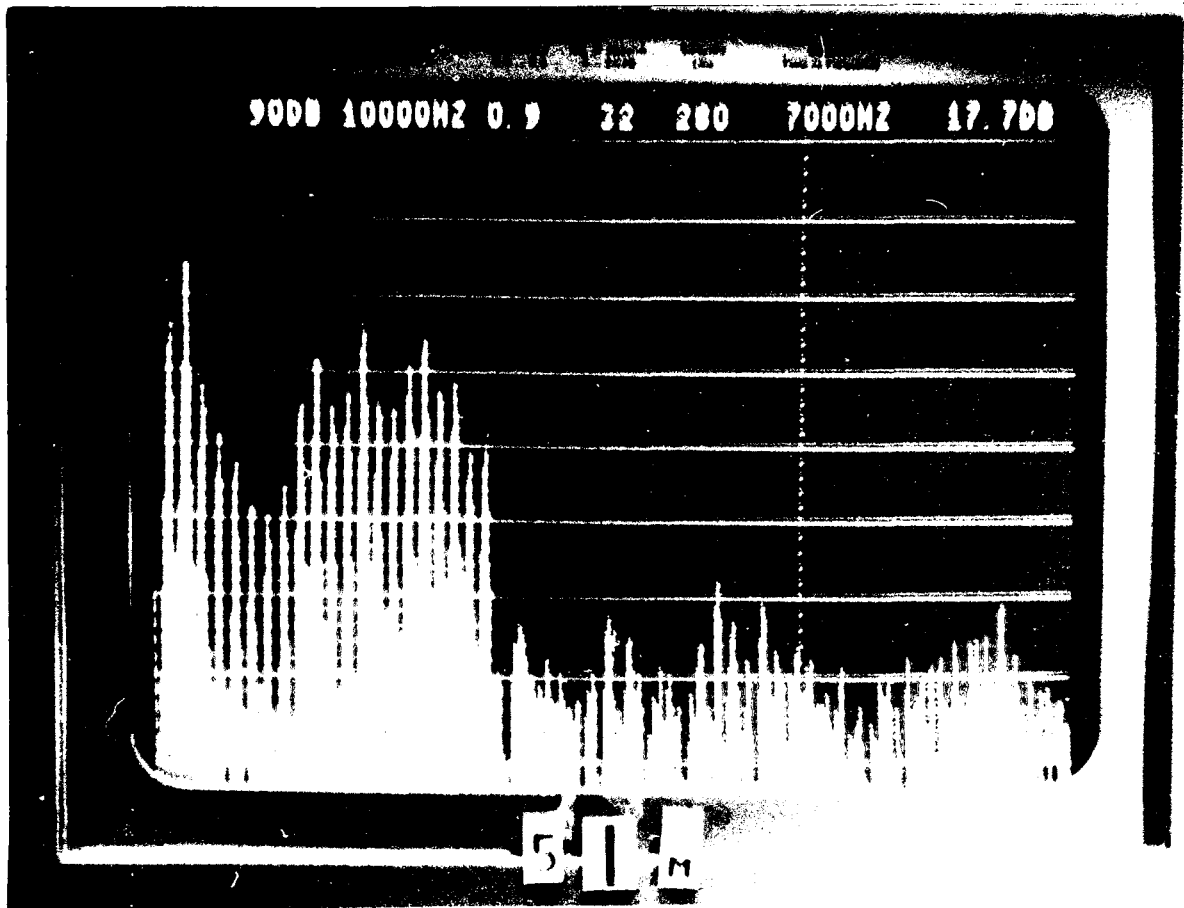
Grafica 61 .- Mezzo 2 Vocal "i" Grave 217'7 Hz.



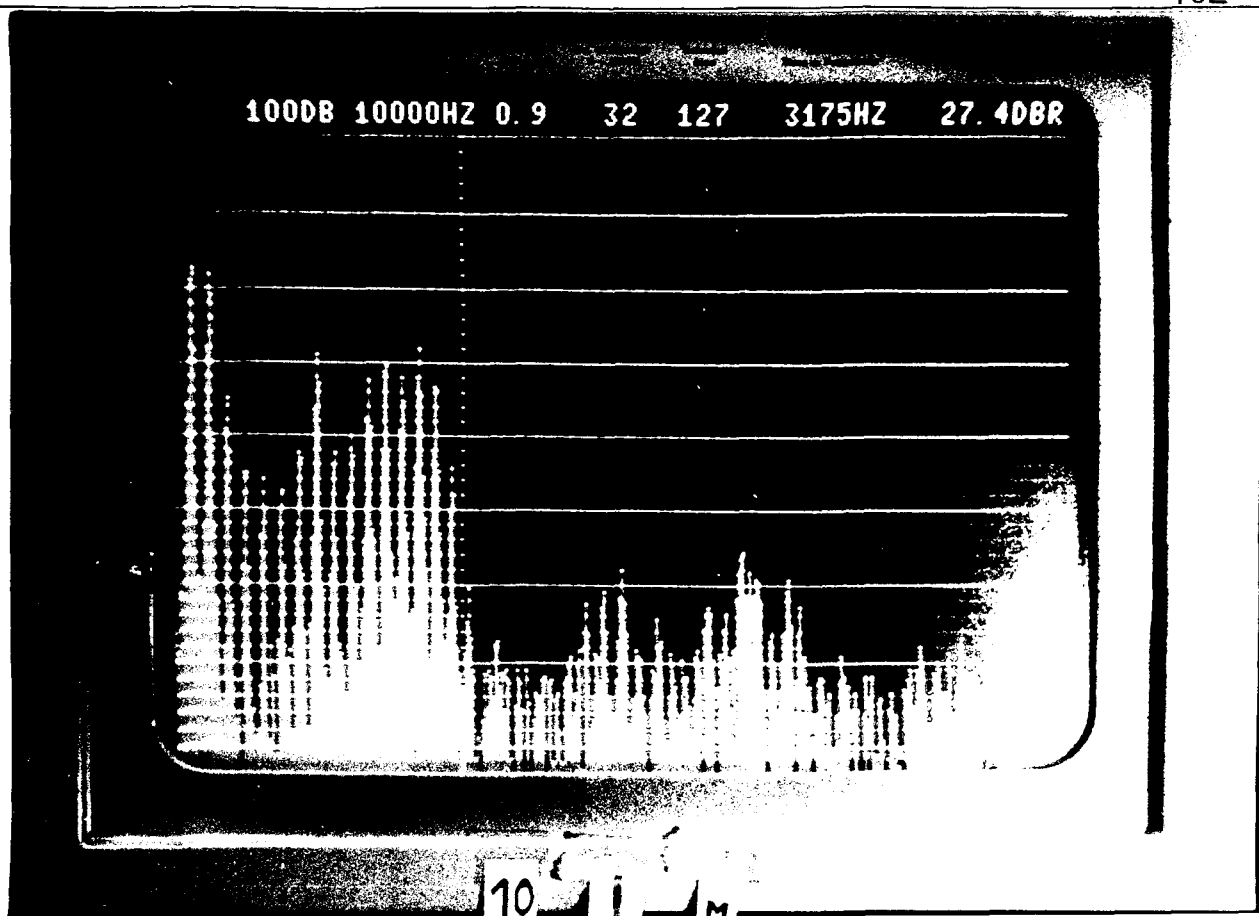
Grafica 62 .- Soprano Vocal "i" Grave 253'5 Hz.



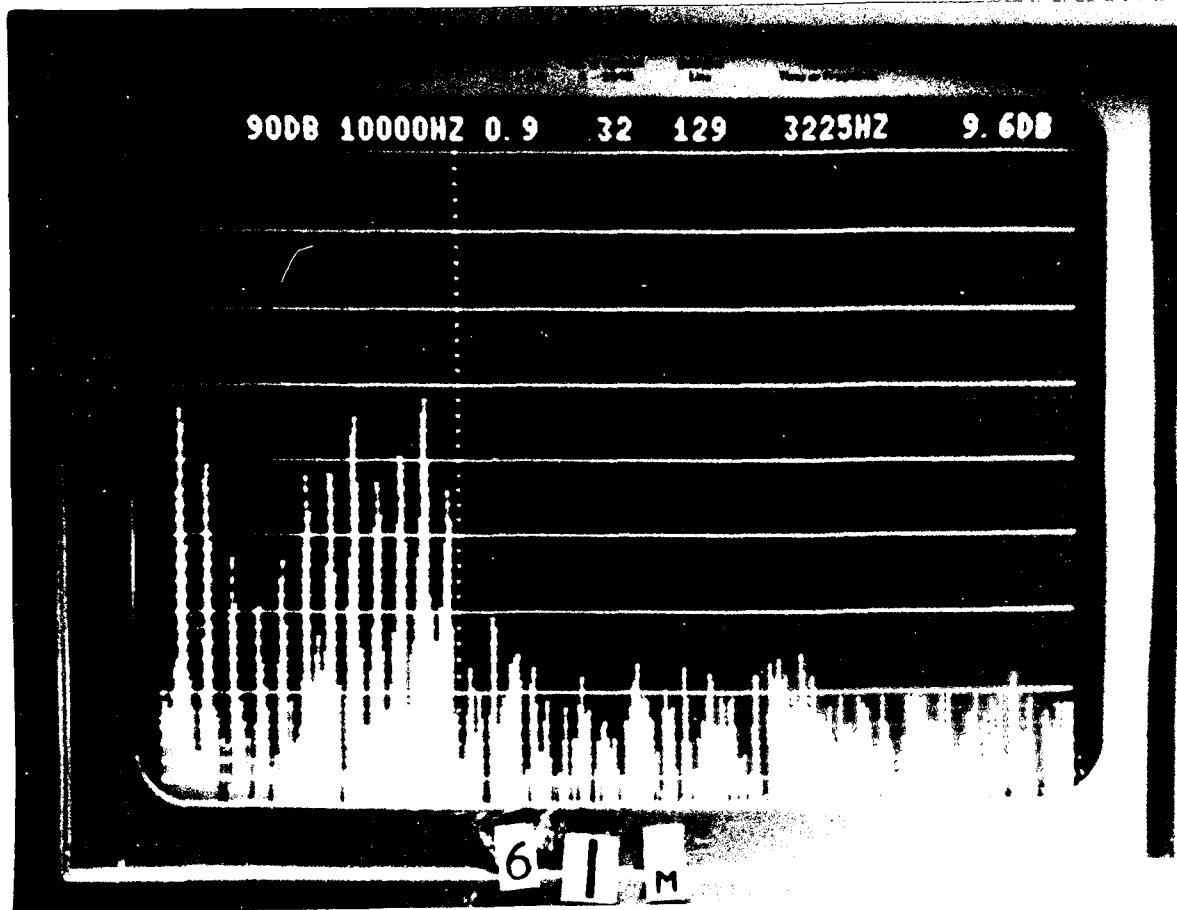
Grafica 63.- Bajo 1 Vocal "i" Media 186'7 Hz.



Grafica 64 .- Bajo 2 Vocal "i" Media 171'5 Hz.

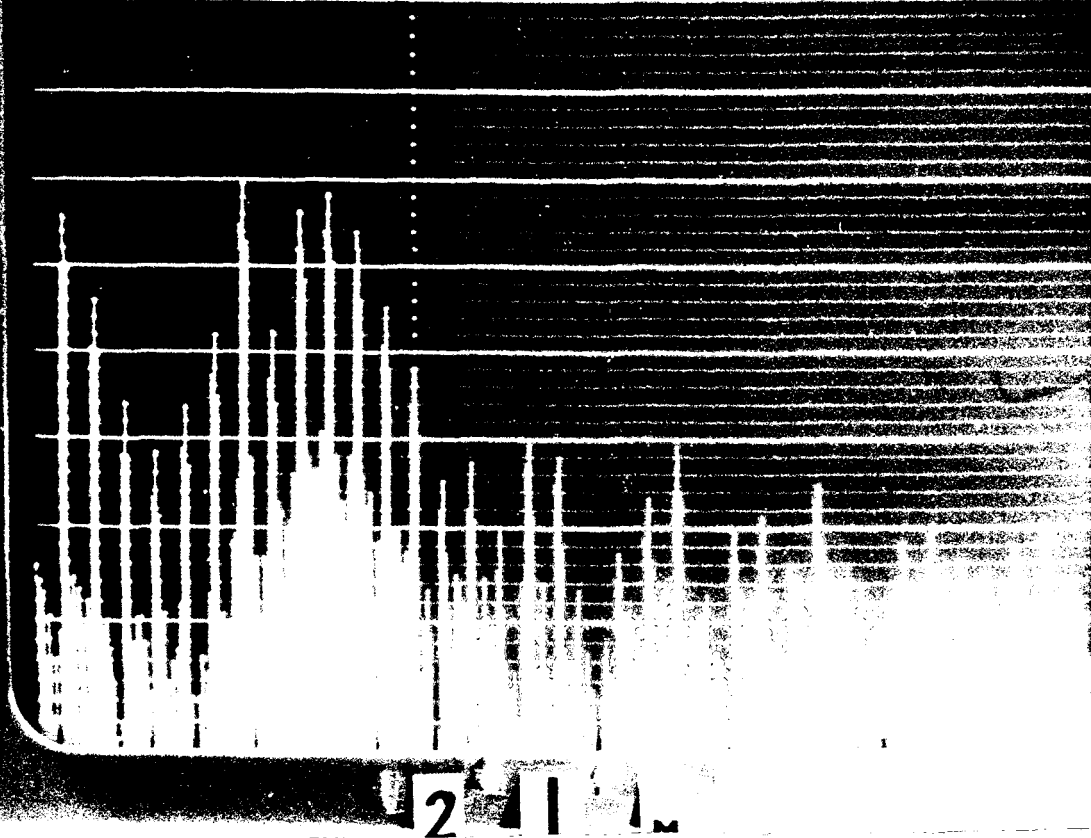


Grafica 65 .- Bajo 3 Vocal "i" Media 192'4 Hz.



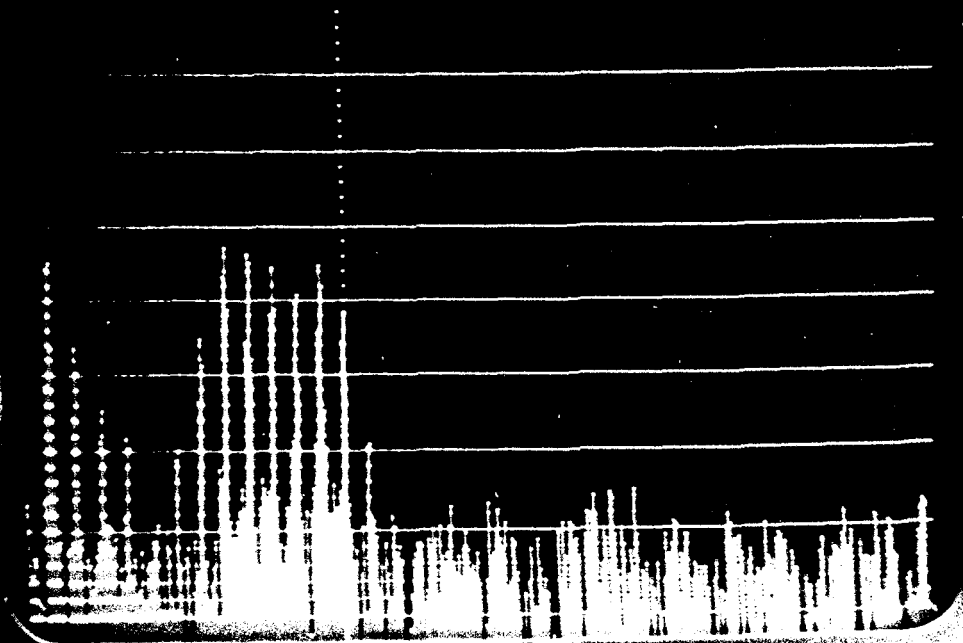
Grafica 66 .- Baritono 2 Vocal "i" Media 258 Hz.

100DB 10000HZ 0.9 32 143 3575HZ 58.000

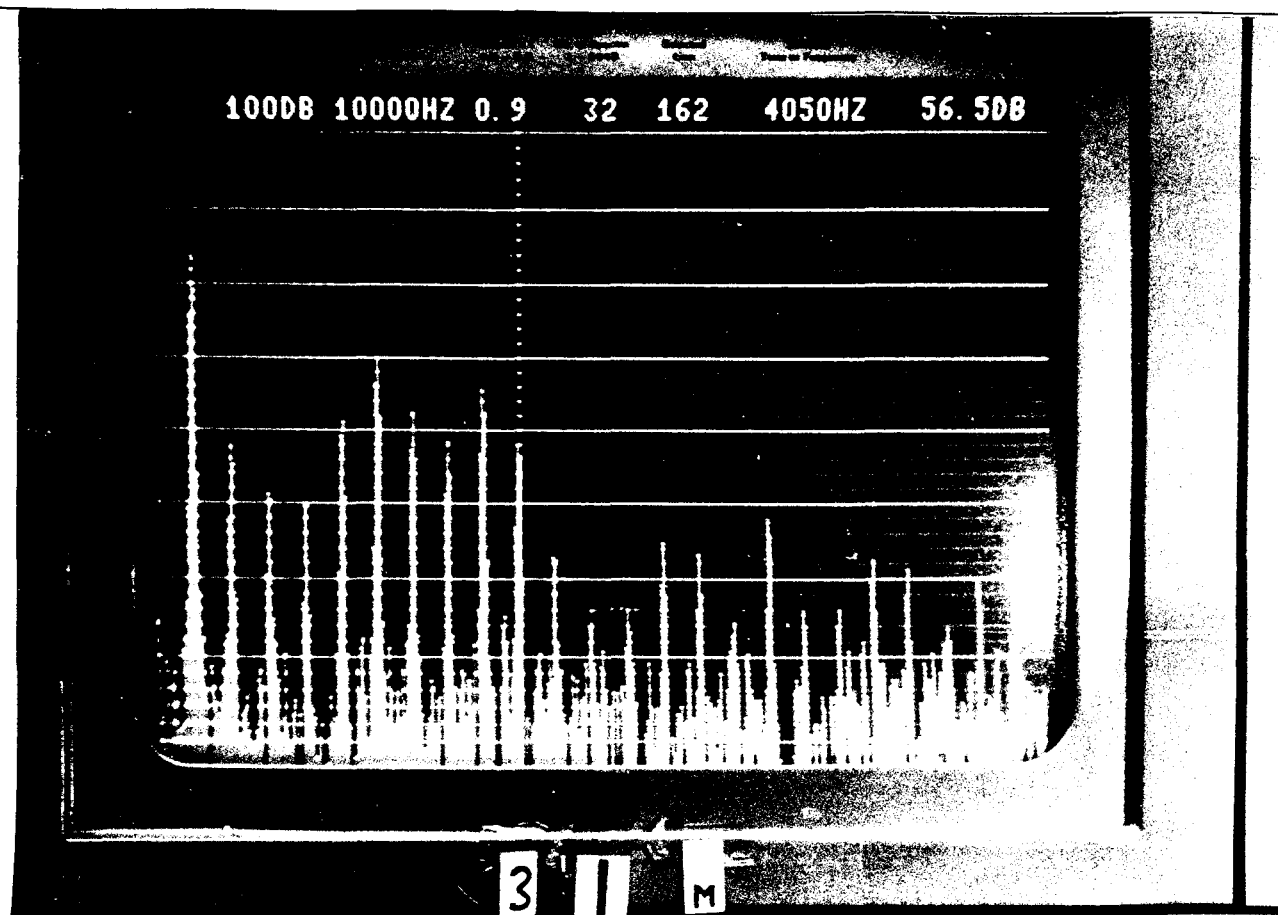


Grafica 67 .- Tenor 1 Vocal "i" Media 275 Hz.

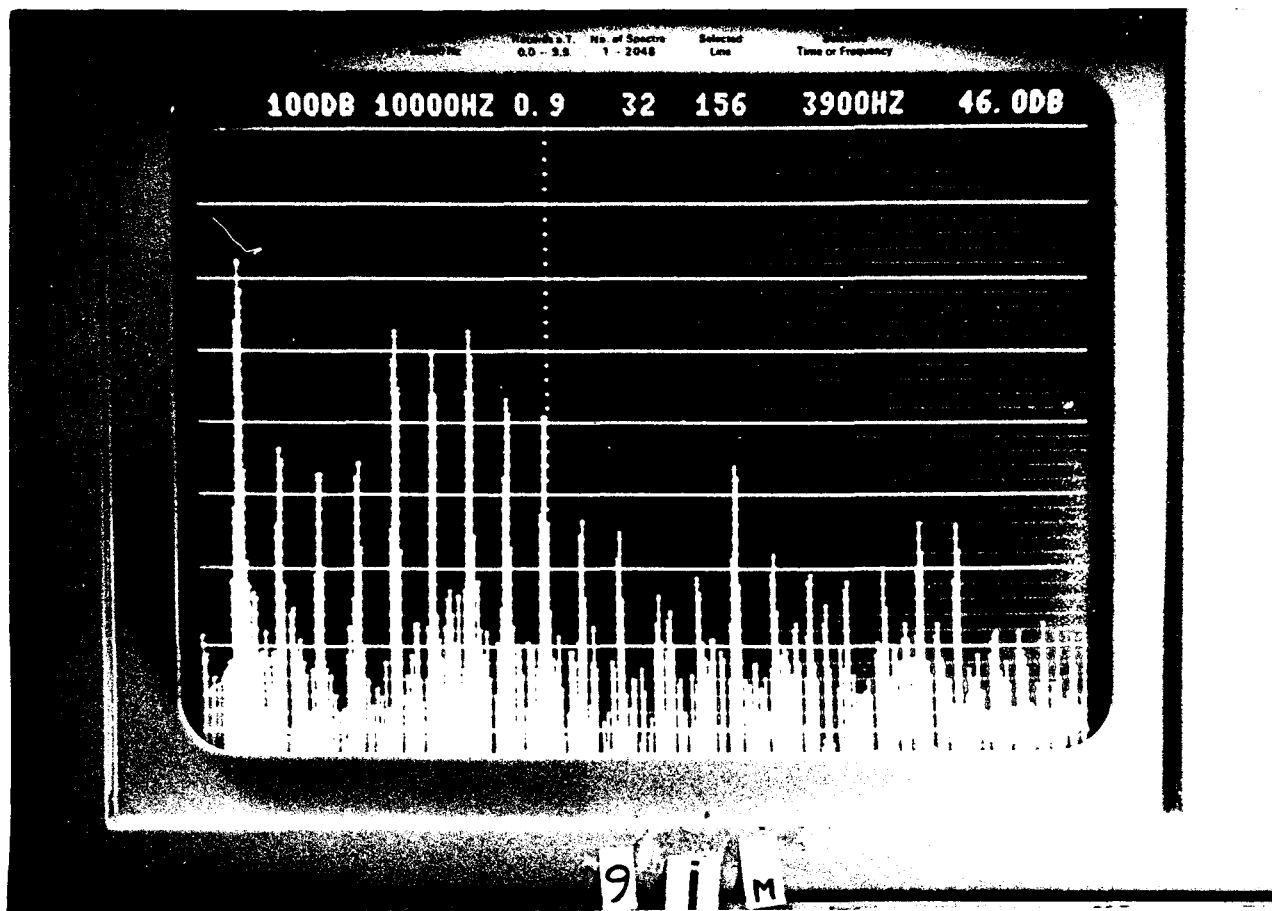
90DB 10000HZ 0.9 32 138 3450HZ 48.5DB



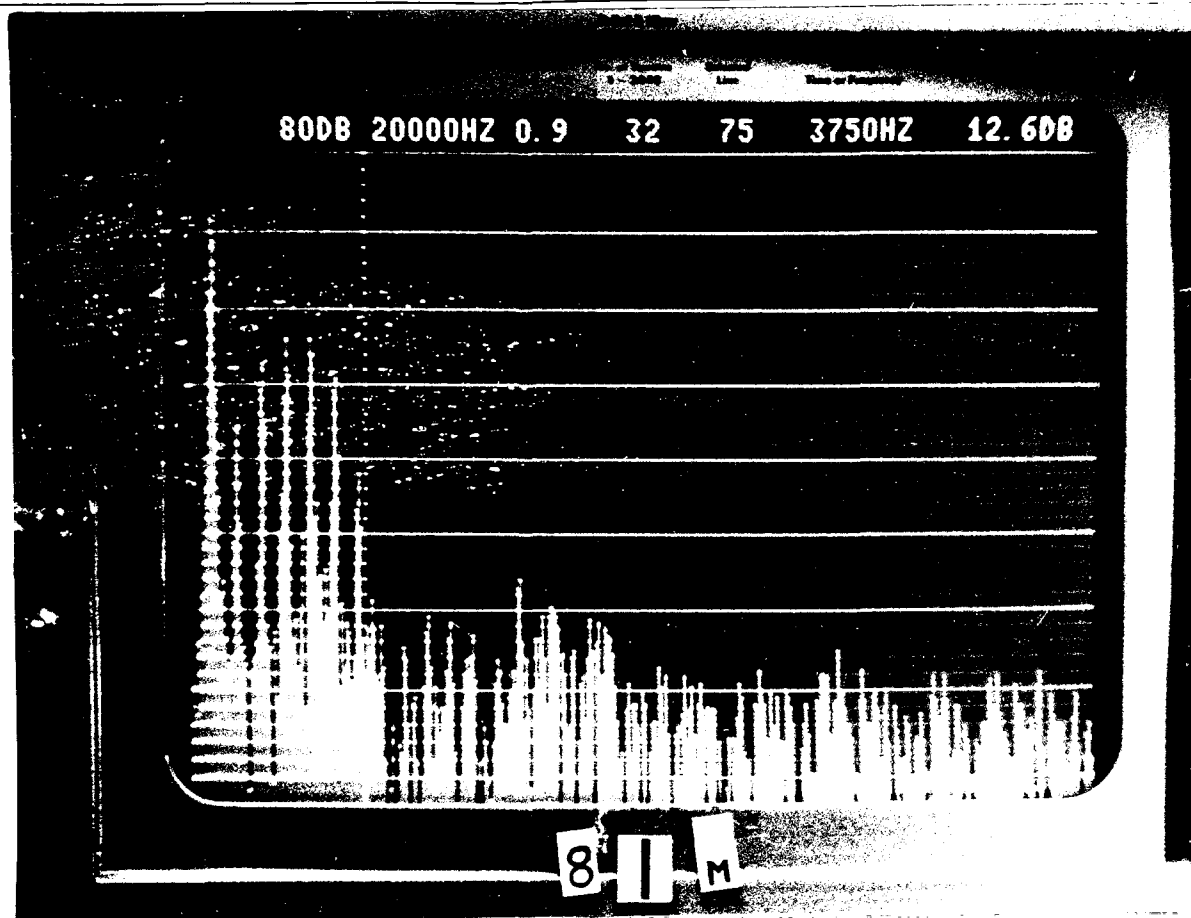
Grafica 68 .- Tenor 2 Vocal "i" Media 265'3 Hz.



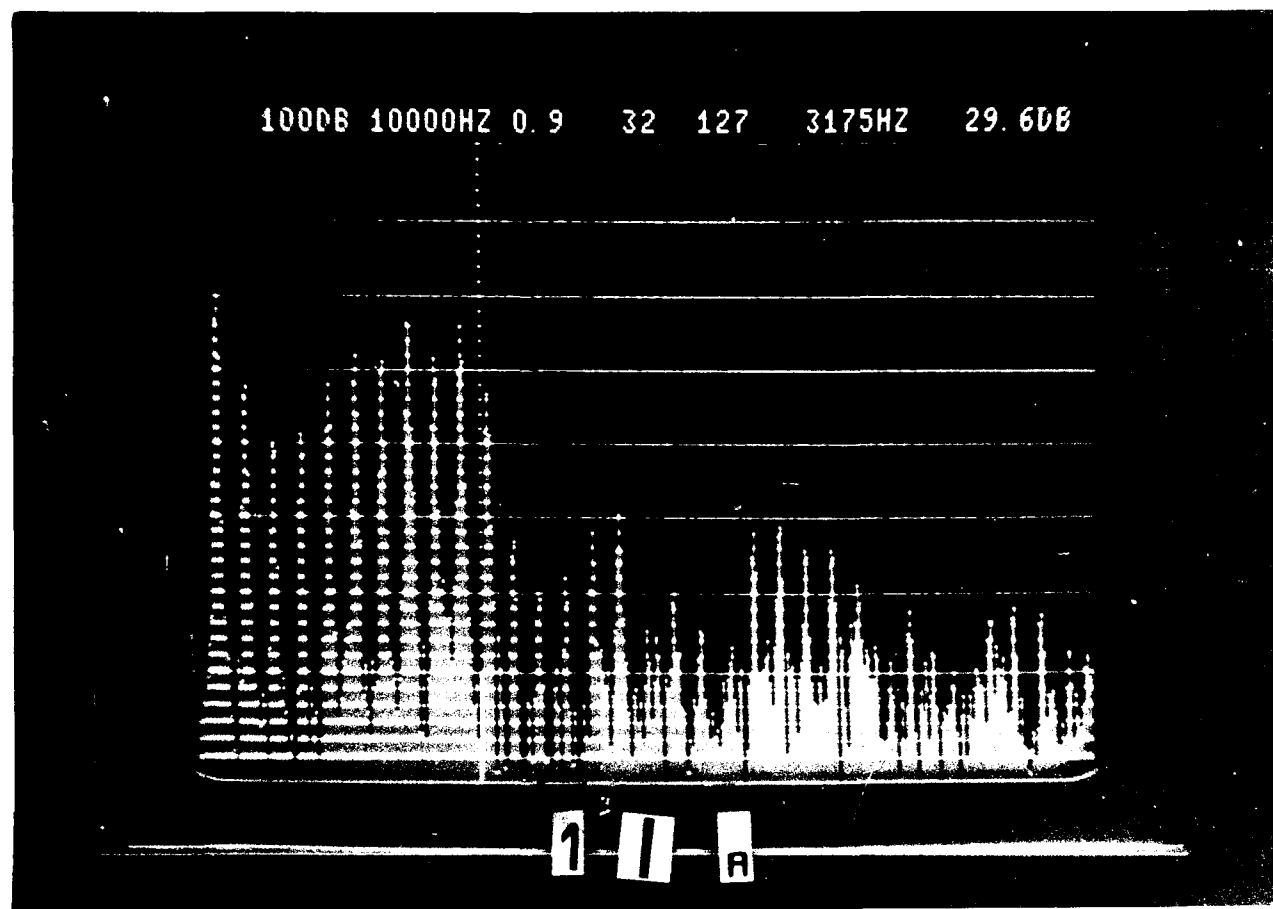
Grafica 69 .- Mezzo 1 Vocal "i" Media 405 Hz.



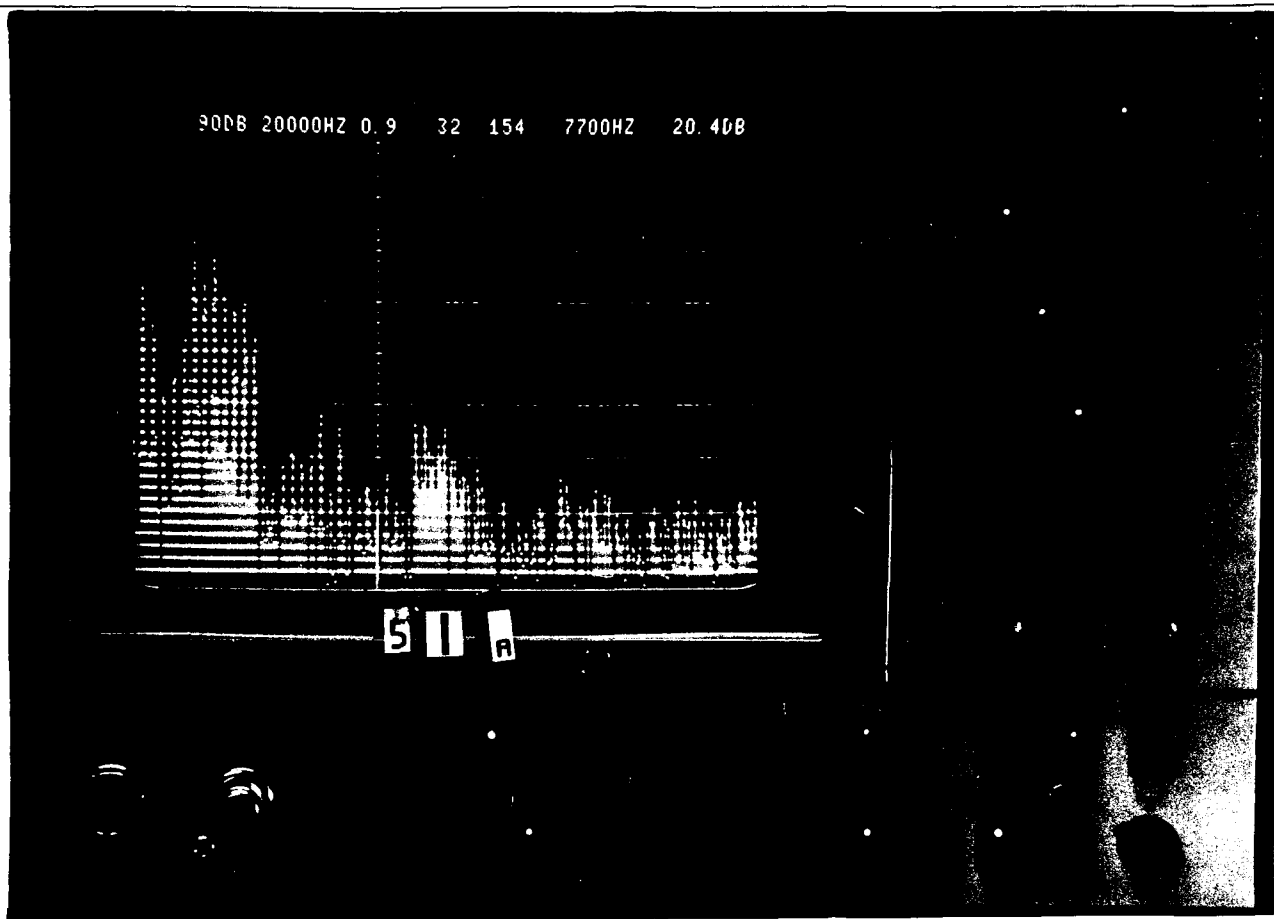
Grafica 70 .- Mezzo 2 Vocal "i" Media 433'3 Hz,



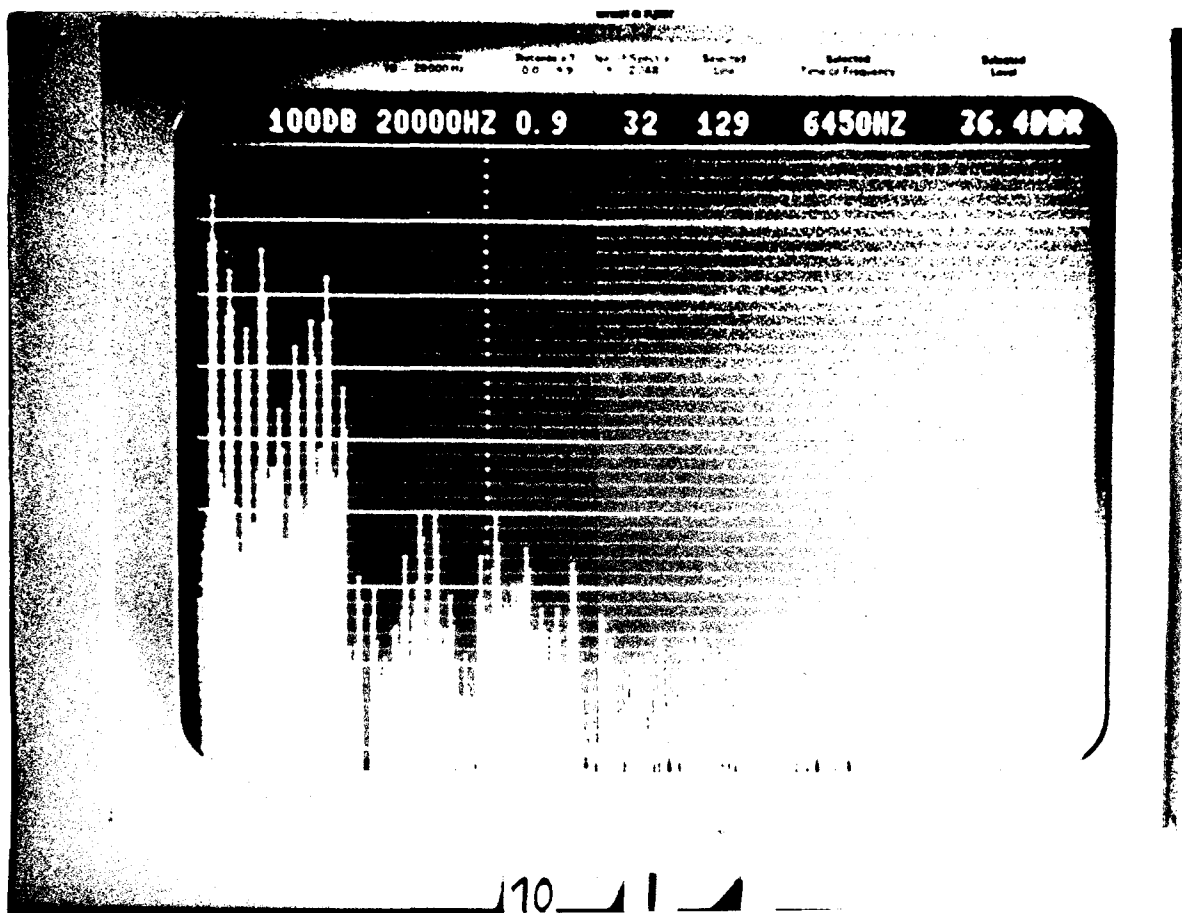
Grafica 71 .- Soprano Vocal "i" Media 513'6 Hz.



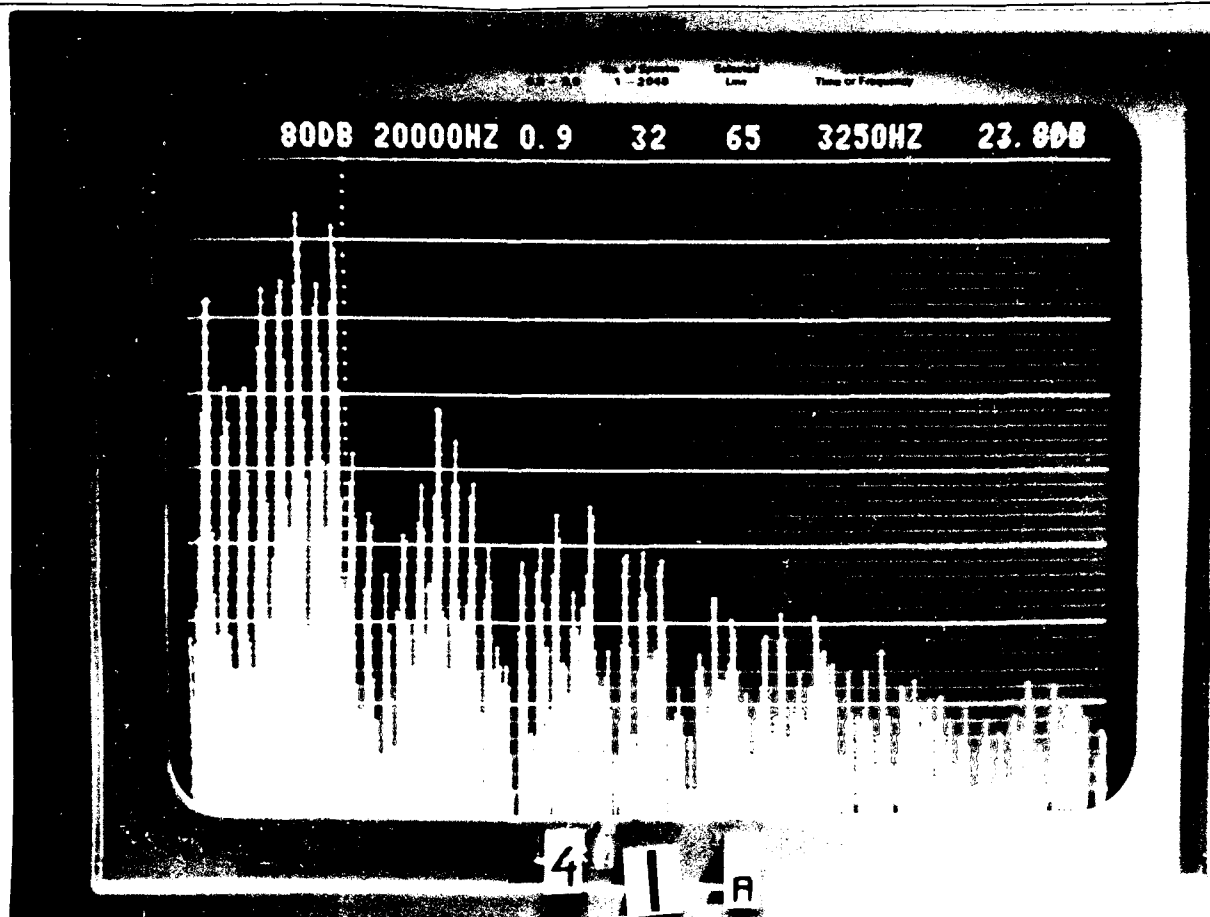
Grafica 72 .- Bajo 1 Vocal "i" Alta 293'9 Hz.



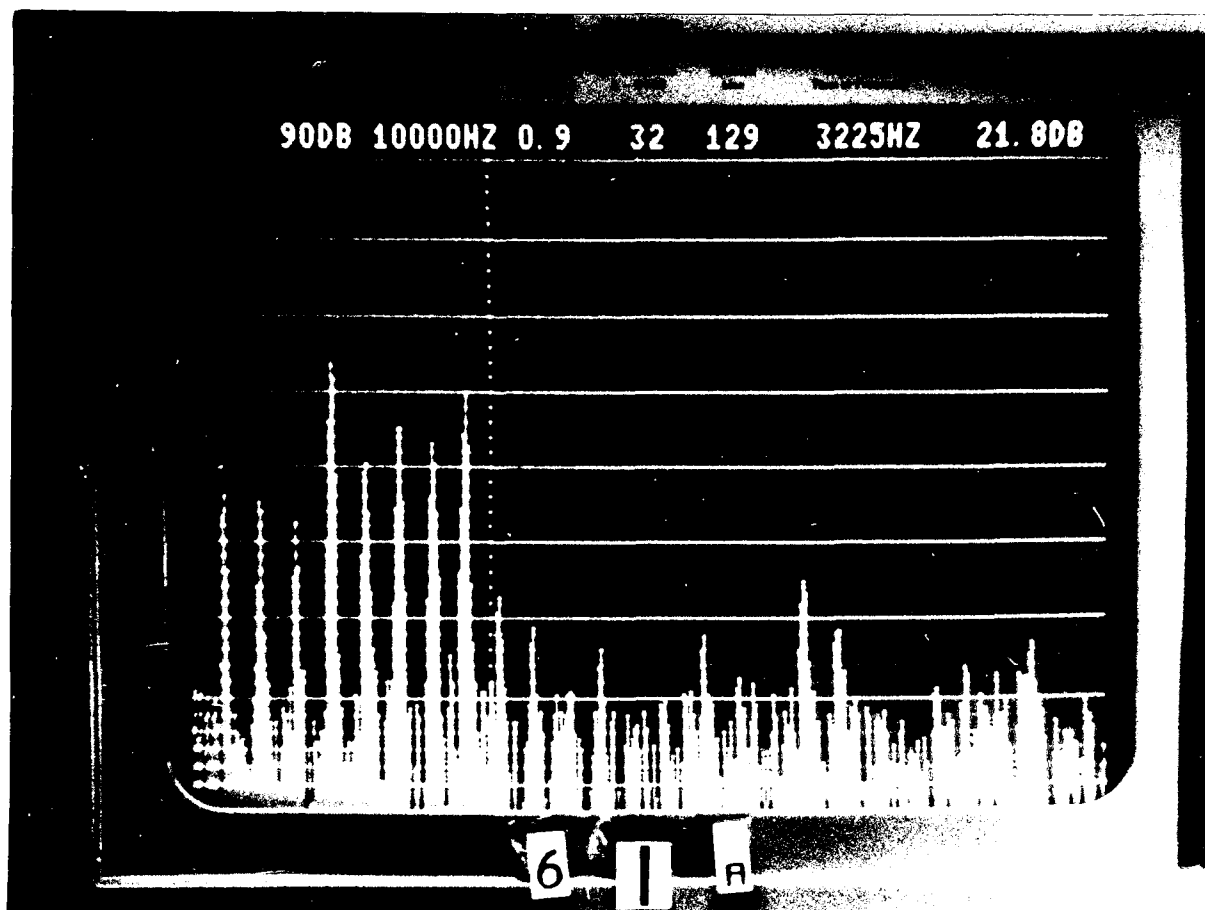
Grafica 73 .- Bajo 2 Vocal "i" Alta 308'0 Hz.



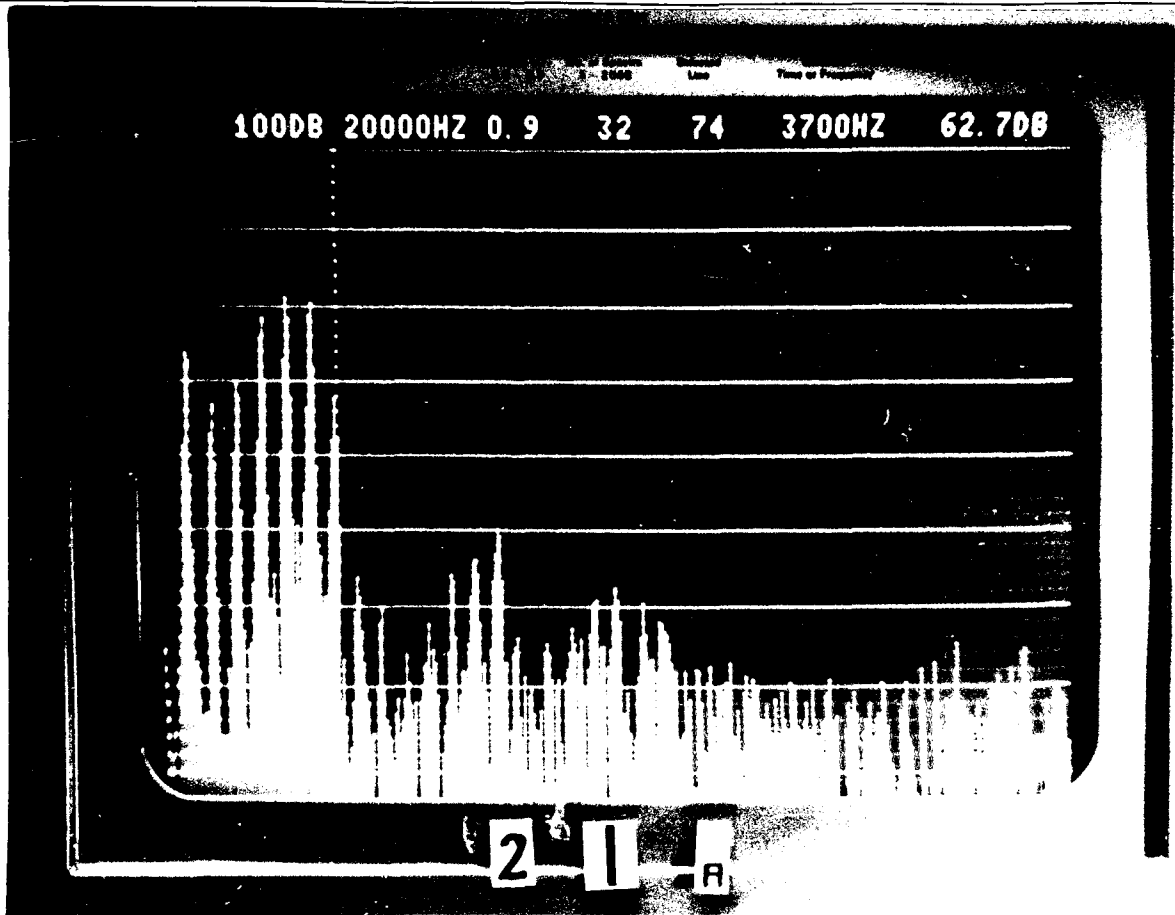
Grafica 74 .- Bajo 3 Vocal "i" Alta 330'7 Hz.



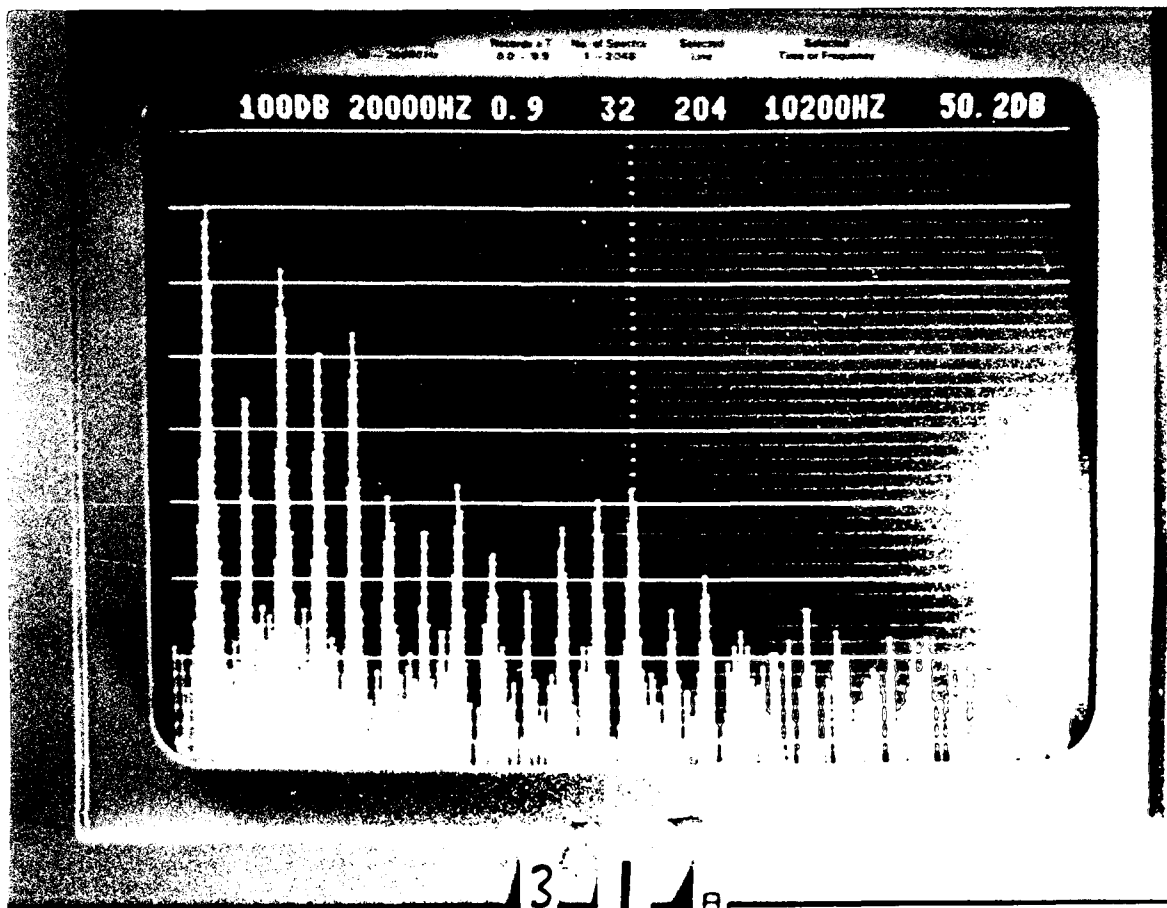
Grafica 75 .- Baritono 1 Vocal "i" Alta 382'3 Hz.



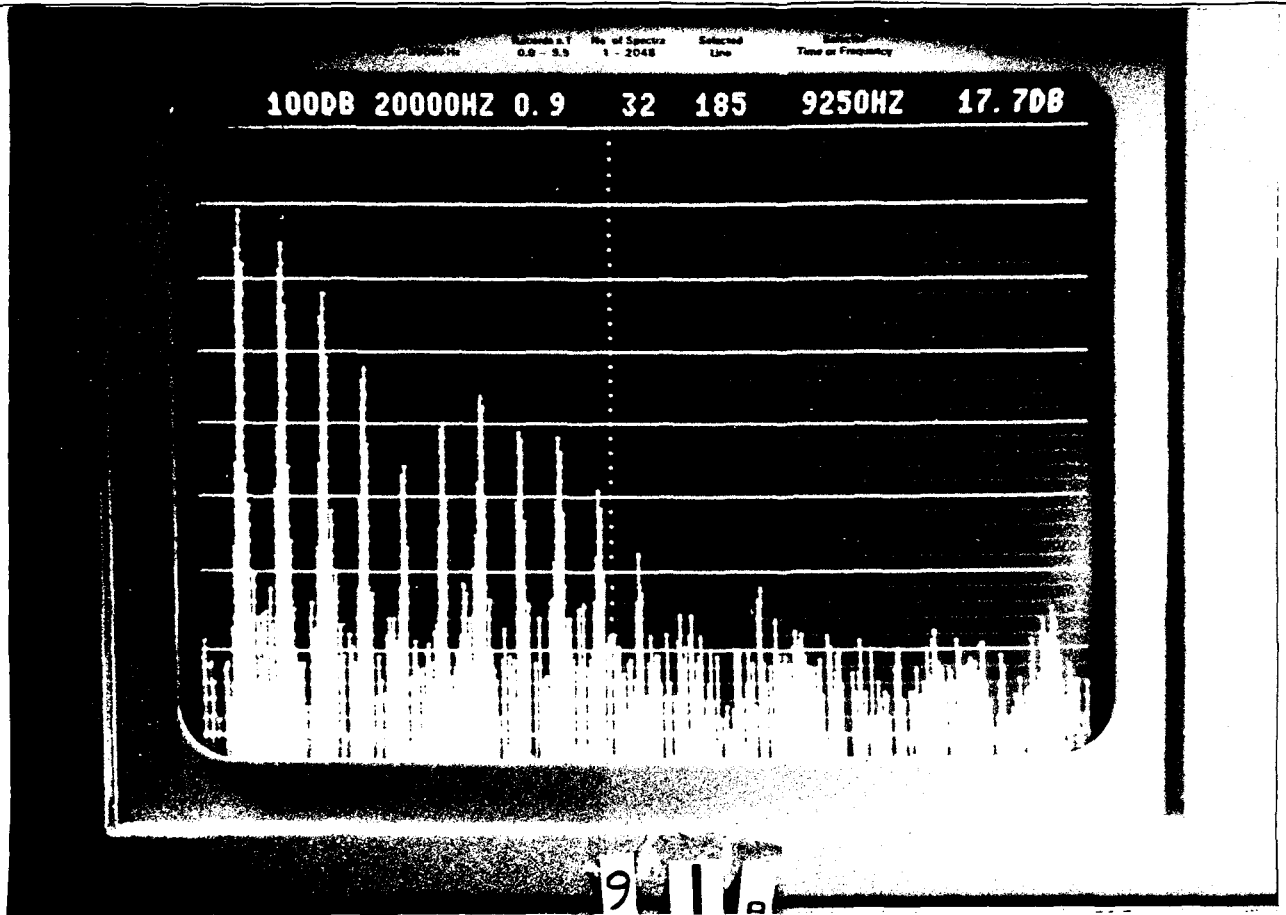
Grafica 76 .- Baritono 2 Vocal "i" Alta 370'6 Hz.



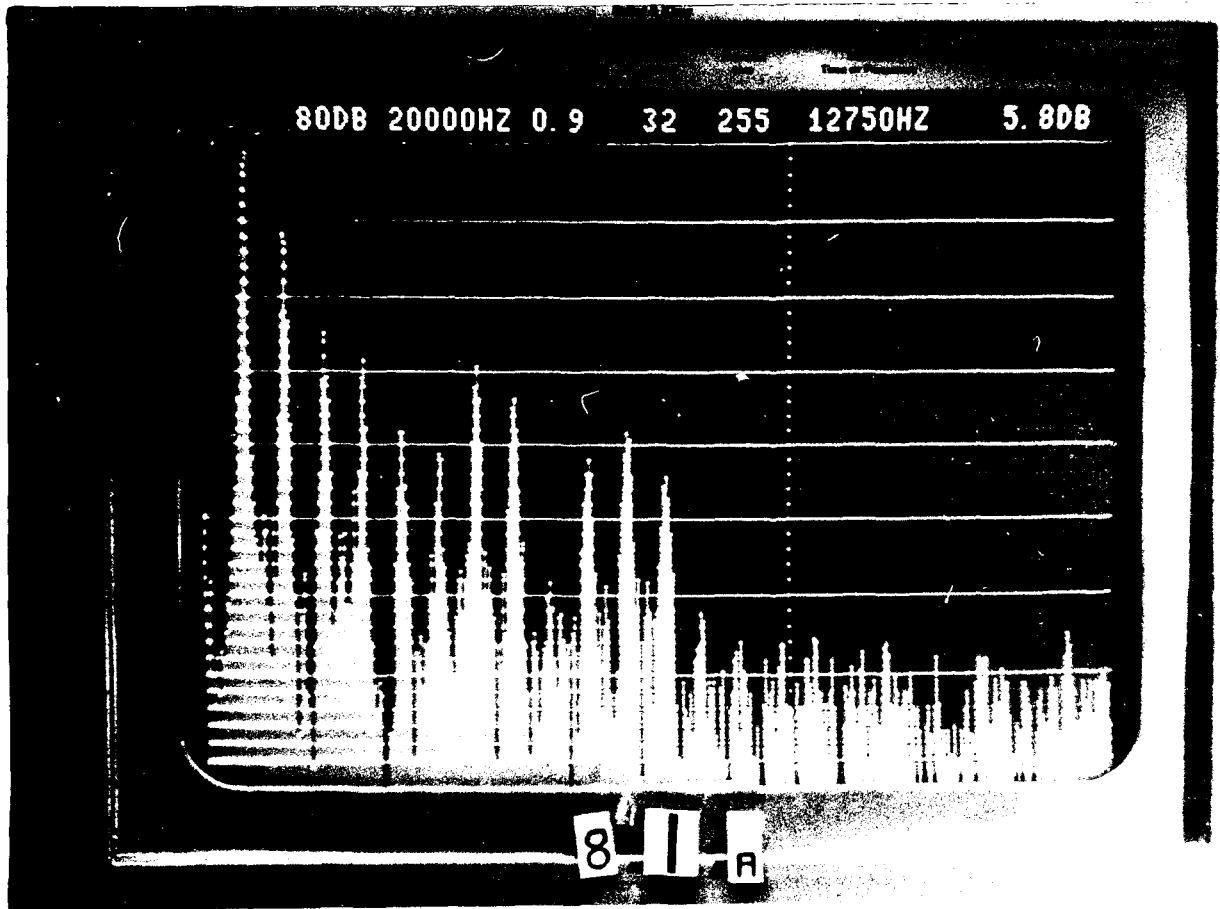
Grafica 77.- Tenor 1 Vocal "i" Alta 521'1 Hz.



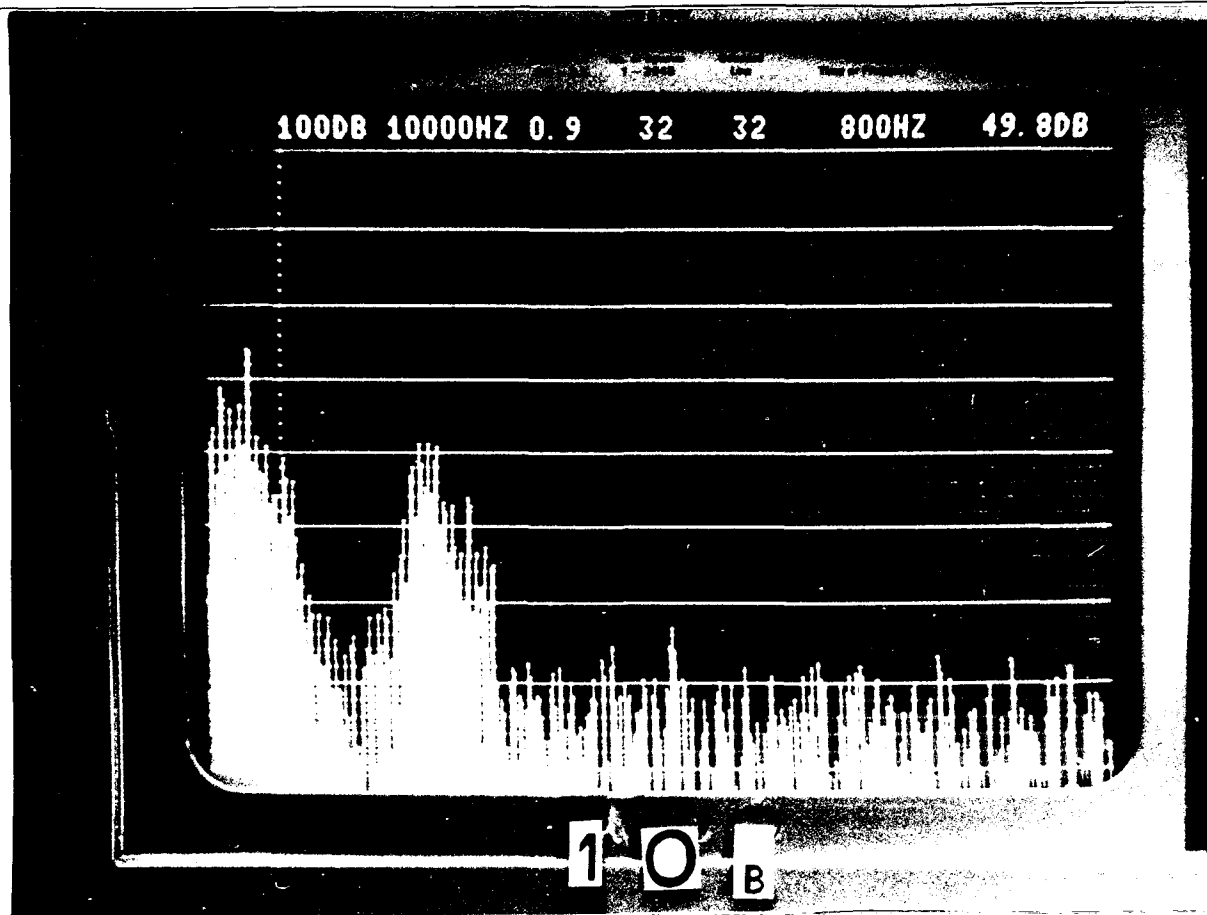
Grafica 78 .- Mezzo 1 Vocal "i" Alta 784'6 Hz.



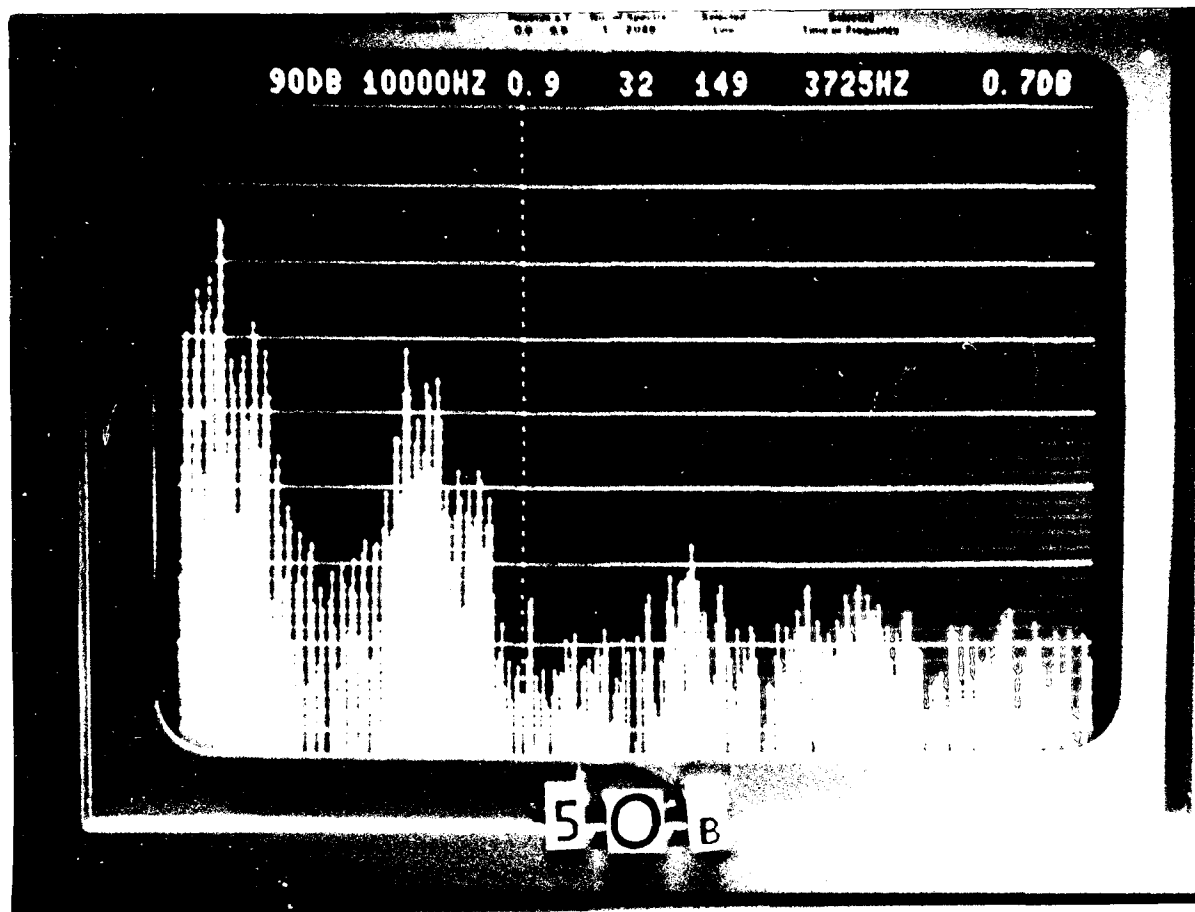
Grafica 79 .- Mezzo 2 Vocal "i" Alta 898'0 Hz.



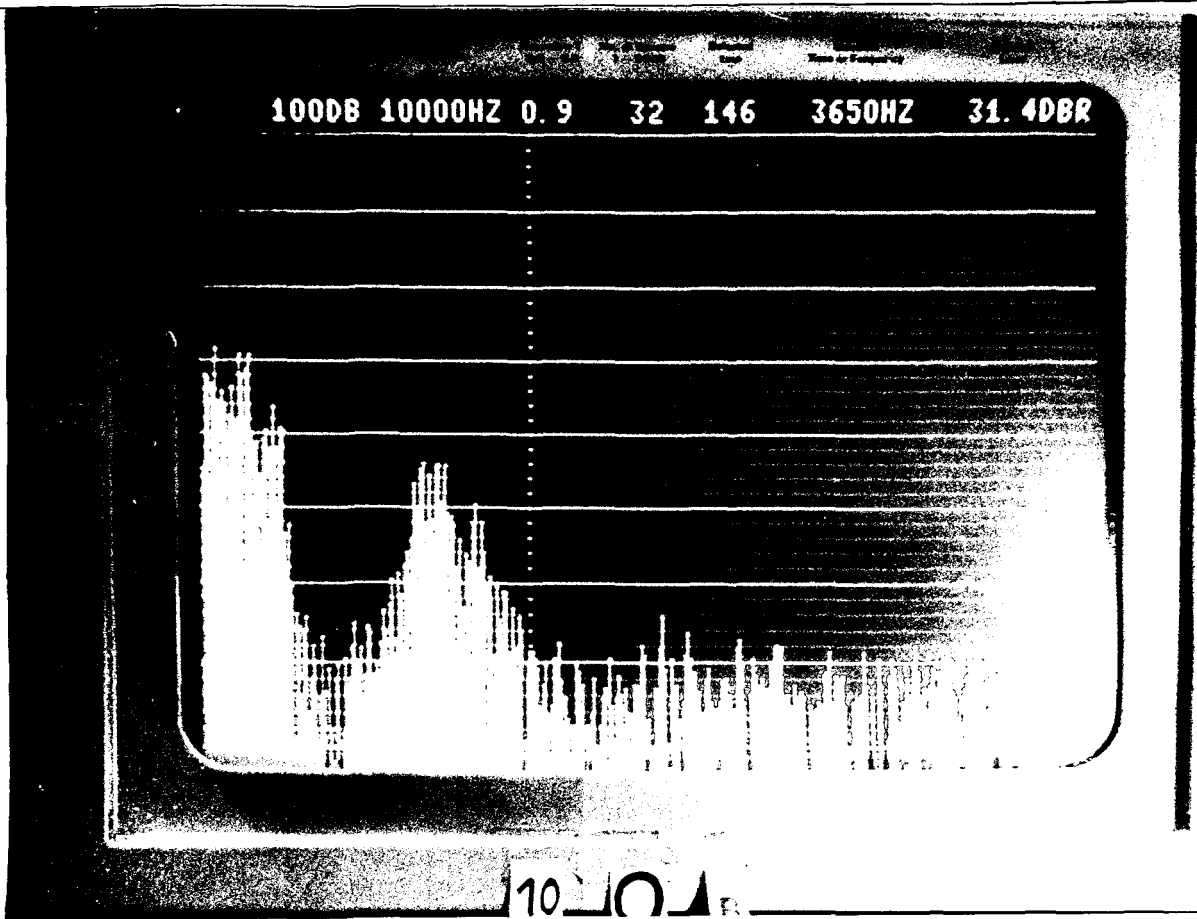
Grafica 80 .- Soprano Vocal "i" Alta 838'8 Hz.



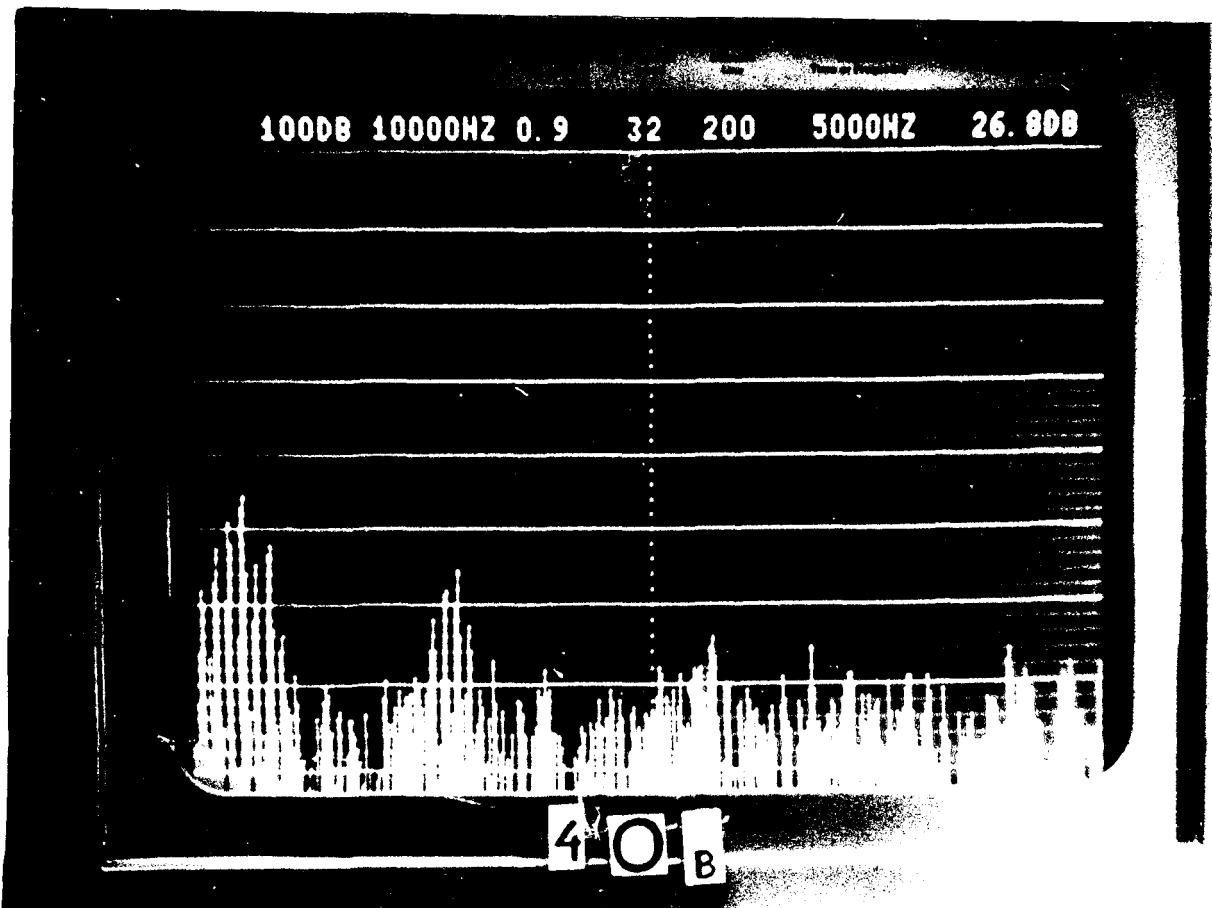
Grafica 81 .- Bajo 1 Vocal "o" Grave 90'9 Hz.



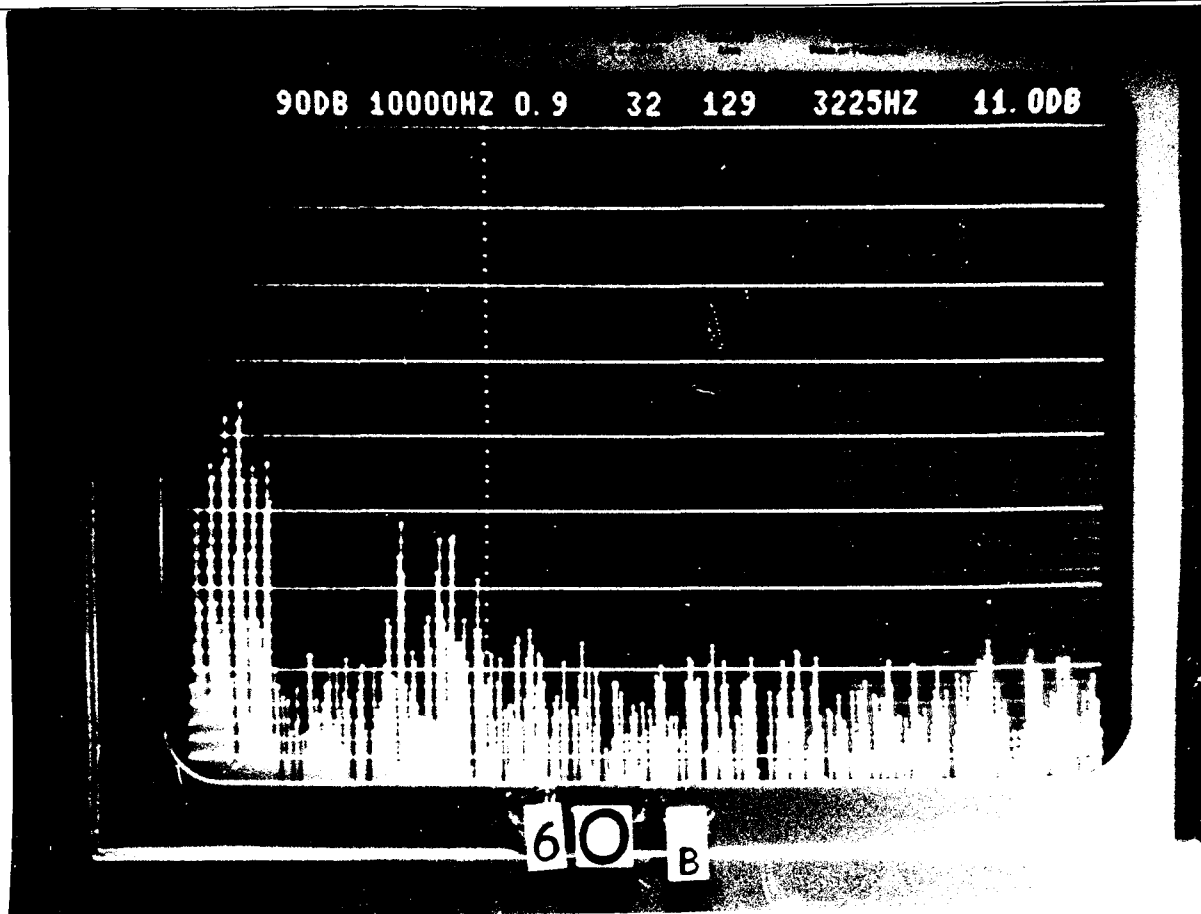
Grafica 82 .- Bajo 2 Vocal "o" Grave 106'4 Hz.



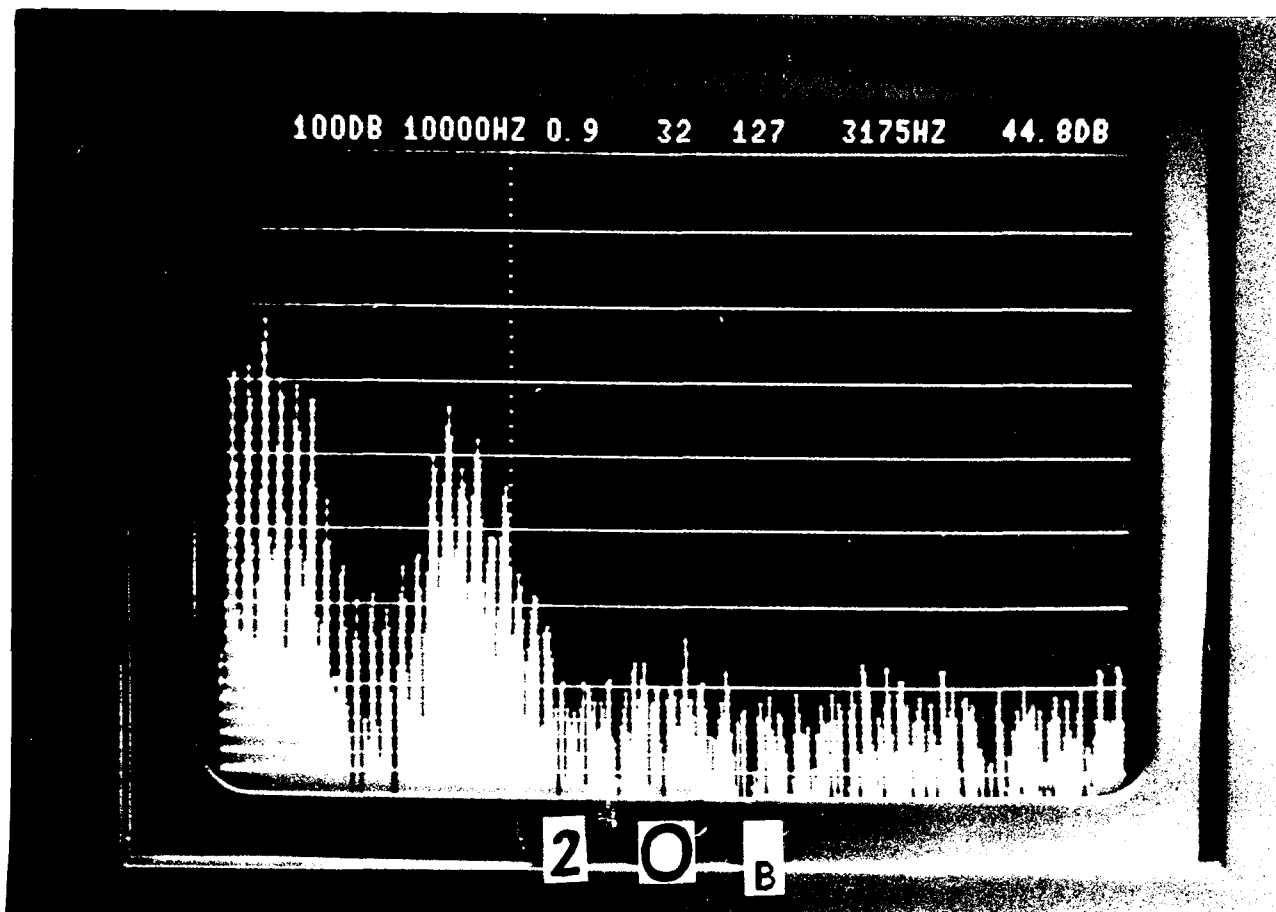
Grafica 83 .- Bajo 3 Vocal "o" Grave 89 '0 Hz.



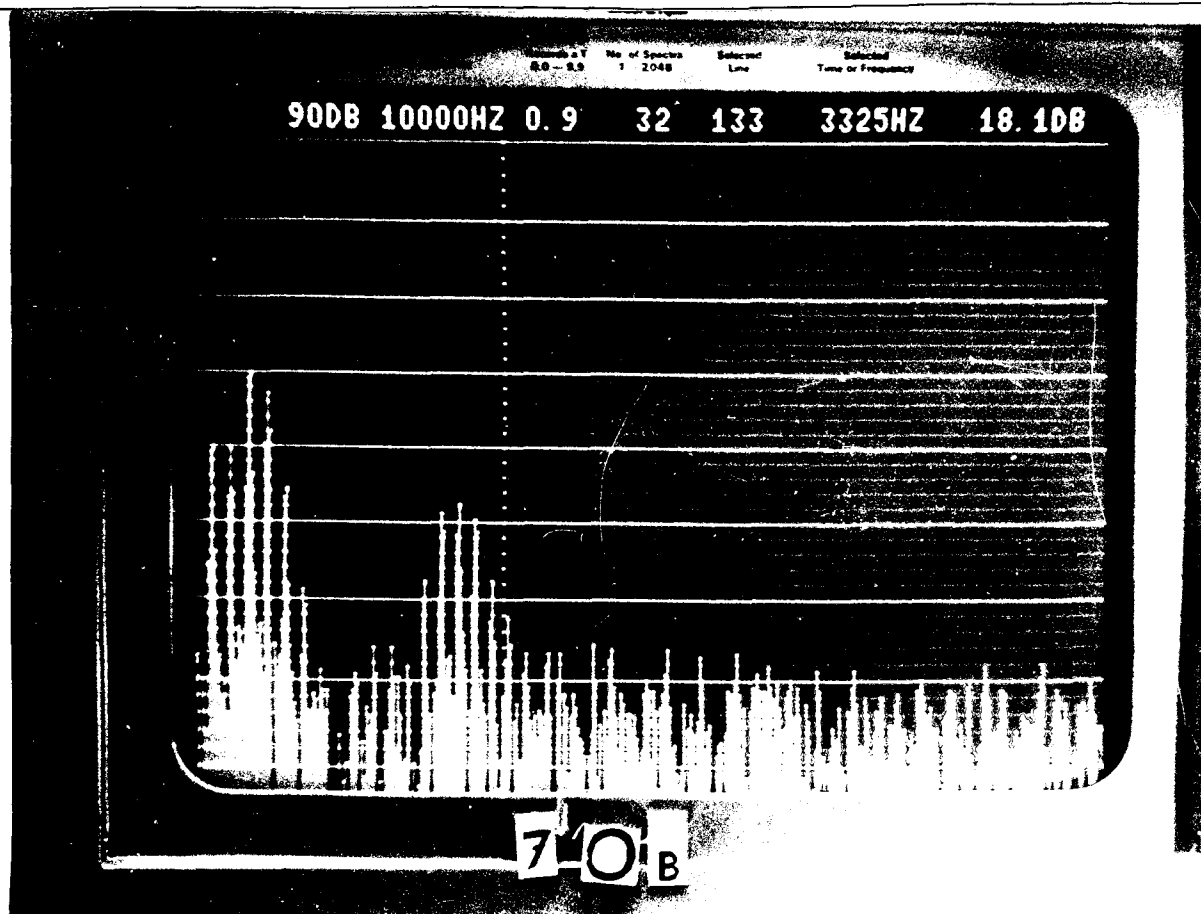
Grafica 84 .- Baritono 1 Vocal "o" Grave 148'5 Hz.



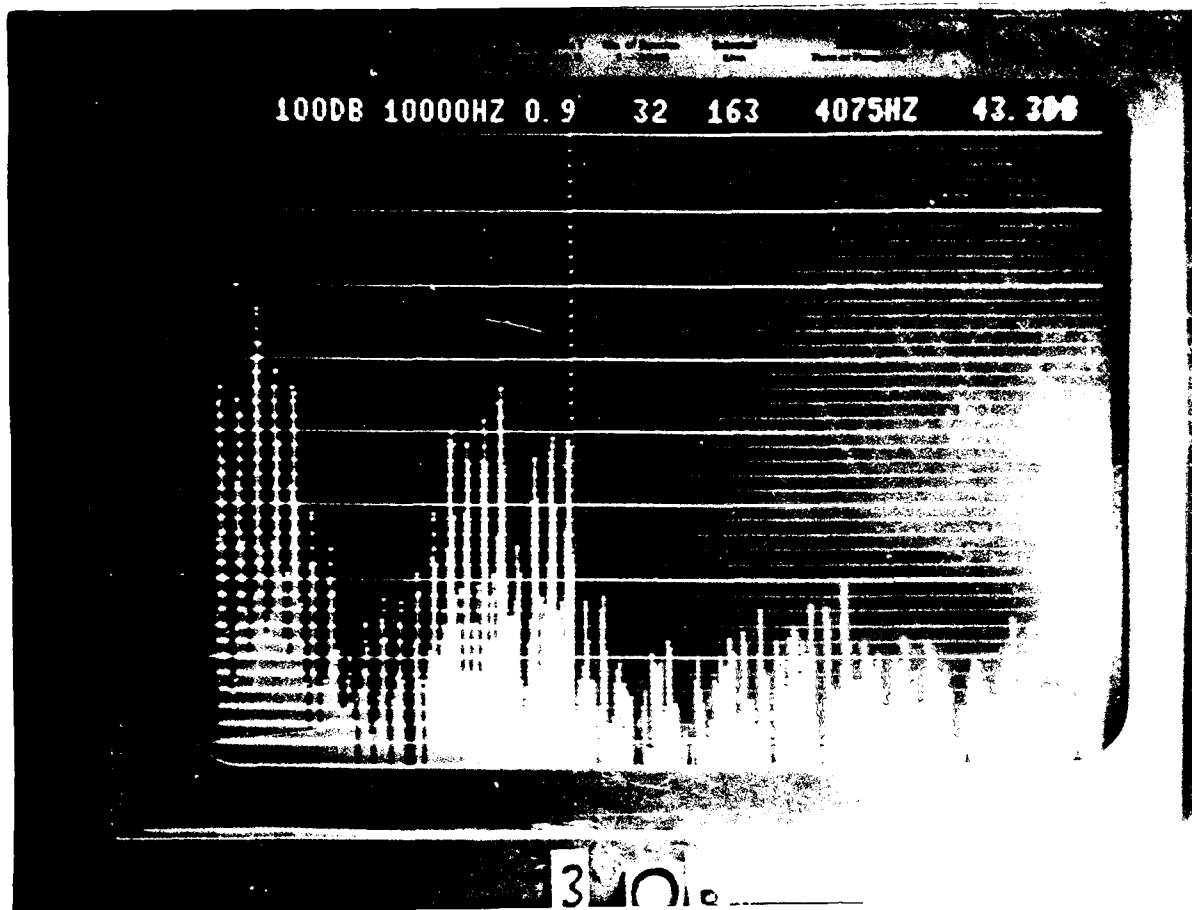
Grafica 85 .- Baritono 2 Vocal "o" Grave 142'3 Hz.



Grafica 86 .- Tenor 1 Vocal "o" Grave 165'3 Hz.



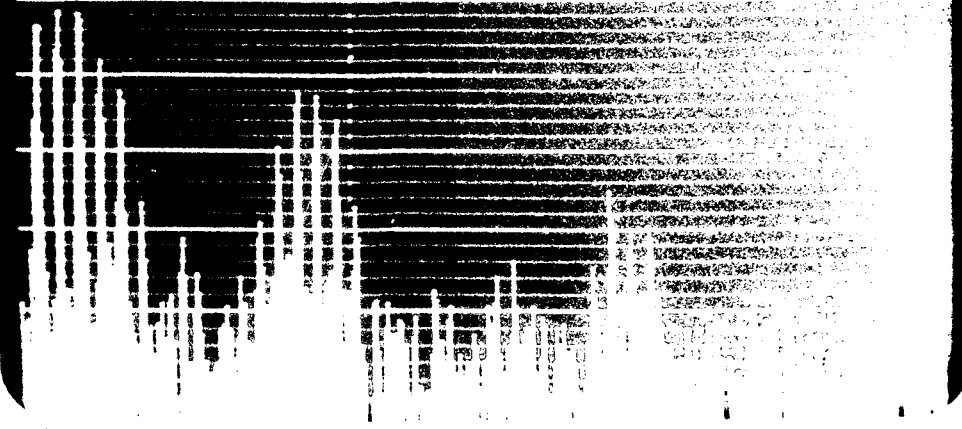
Grafica 87 .- Tenor 2 Vocal "o" Grave 186'7 Hz.



Grafica 88 .- Mezzo 1 Vocal "o" Grave 194'0 Hz.

Filter Frequency 10 20000 Hz Records + T 00 98 No. of Spectra 1 2048 Selected Line Selected Tone or Frequency Selected Level

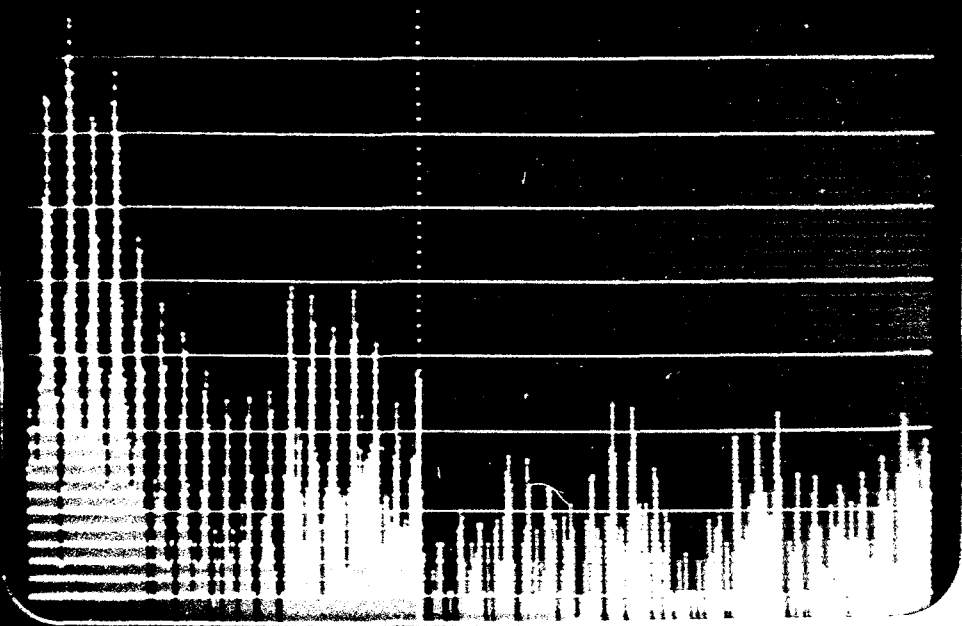
100DB 10000HZ 0.9 32 142 3550HZ 19.1DB



19.1DB

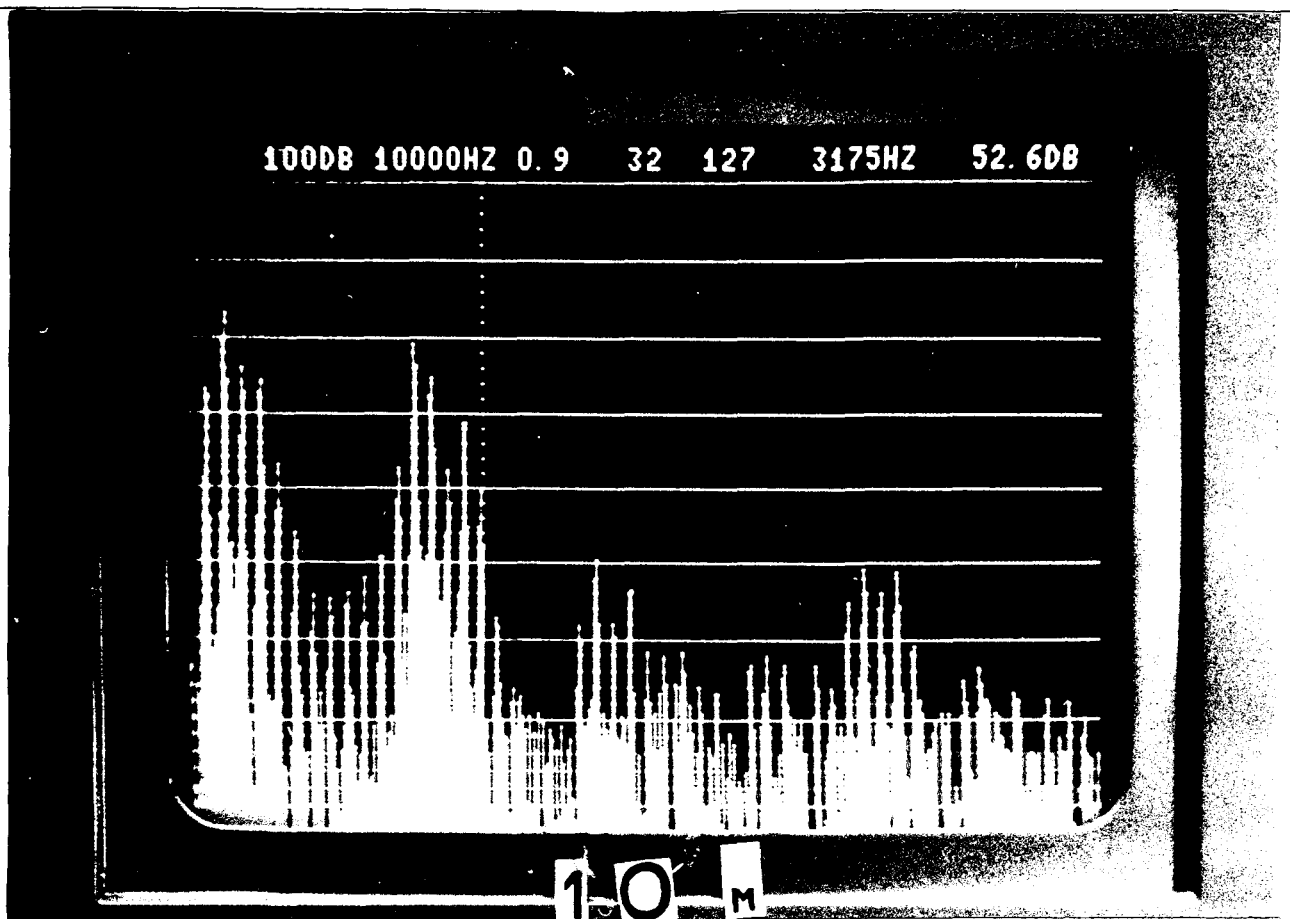
Grafica 89 .- Mezzo 2 Vocal "o" Grave 200'5 Hz.

80DB 10000HZ 0.9 32 171 4275HZ 27.1DB

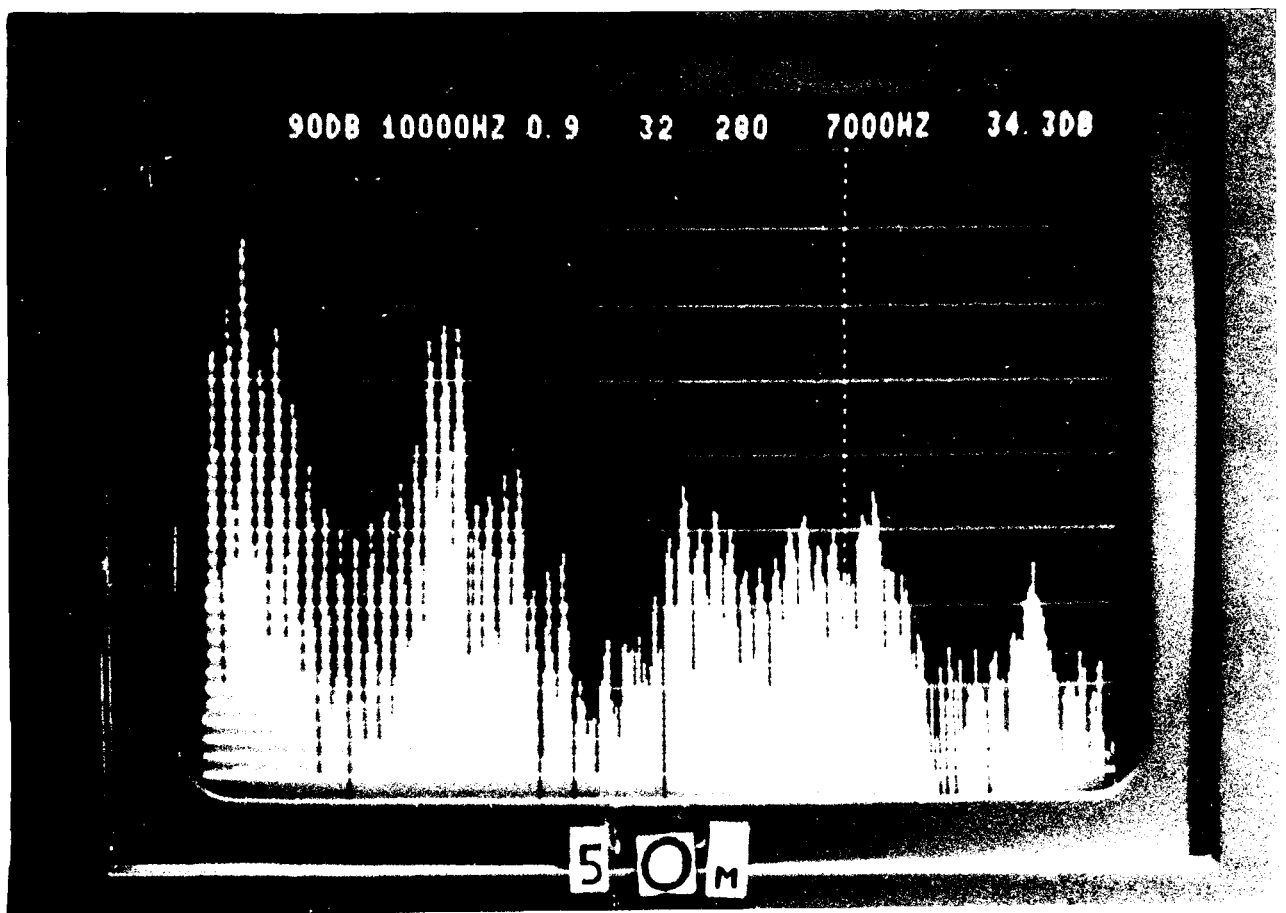


80DB

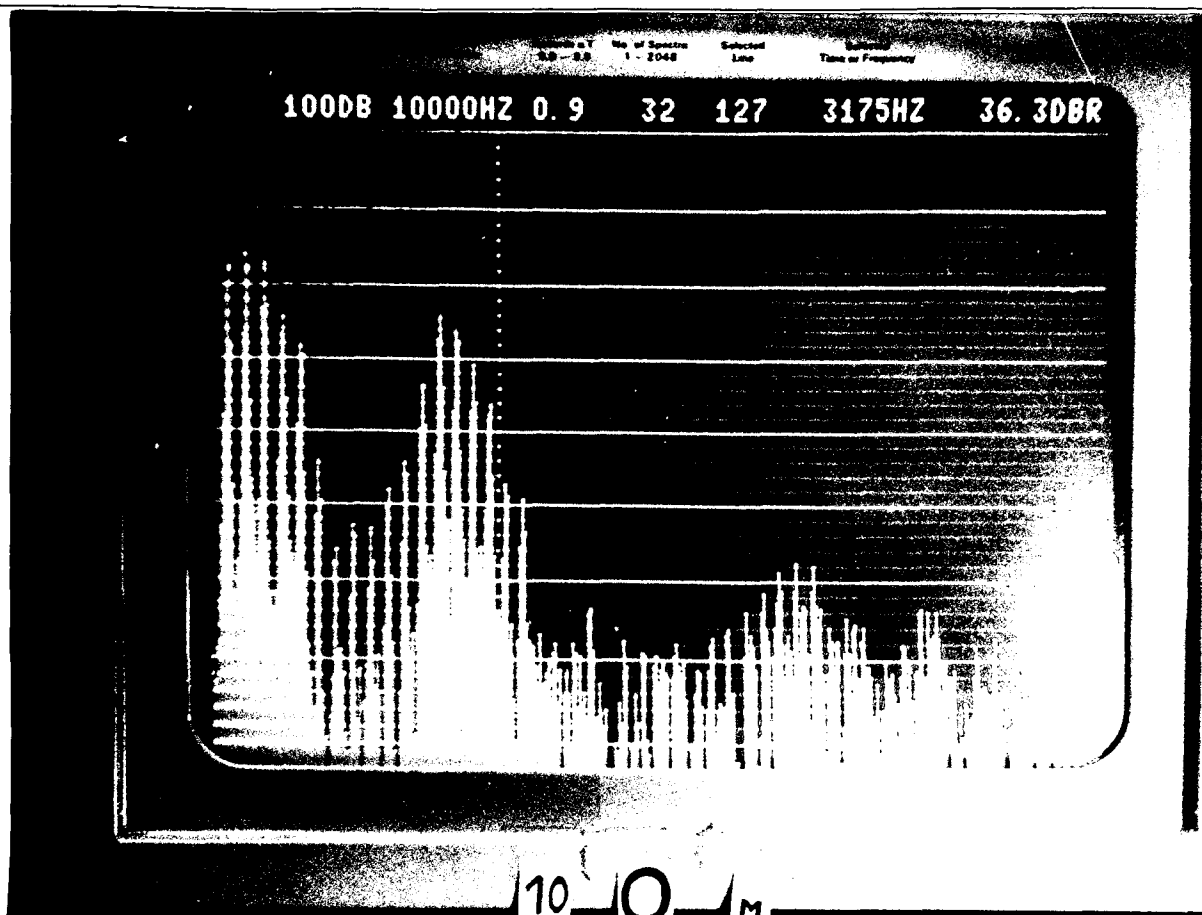
Grafica 90 .- Soprano Vocal "o" Grave 237'5 Hz.



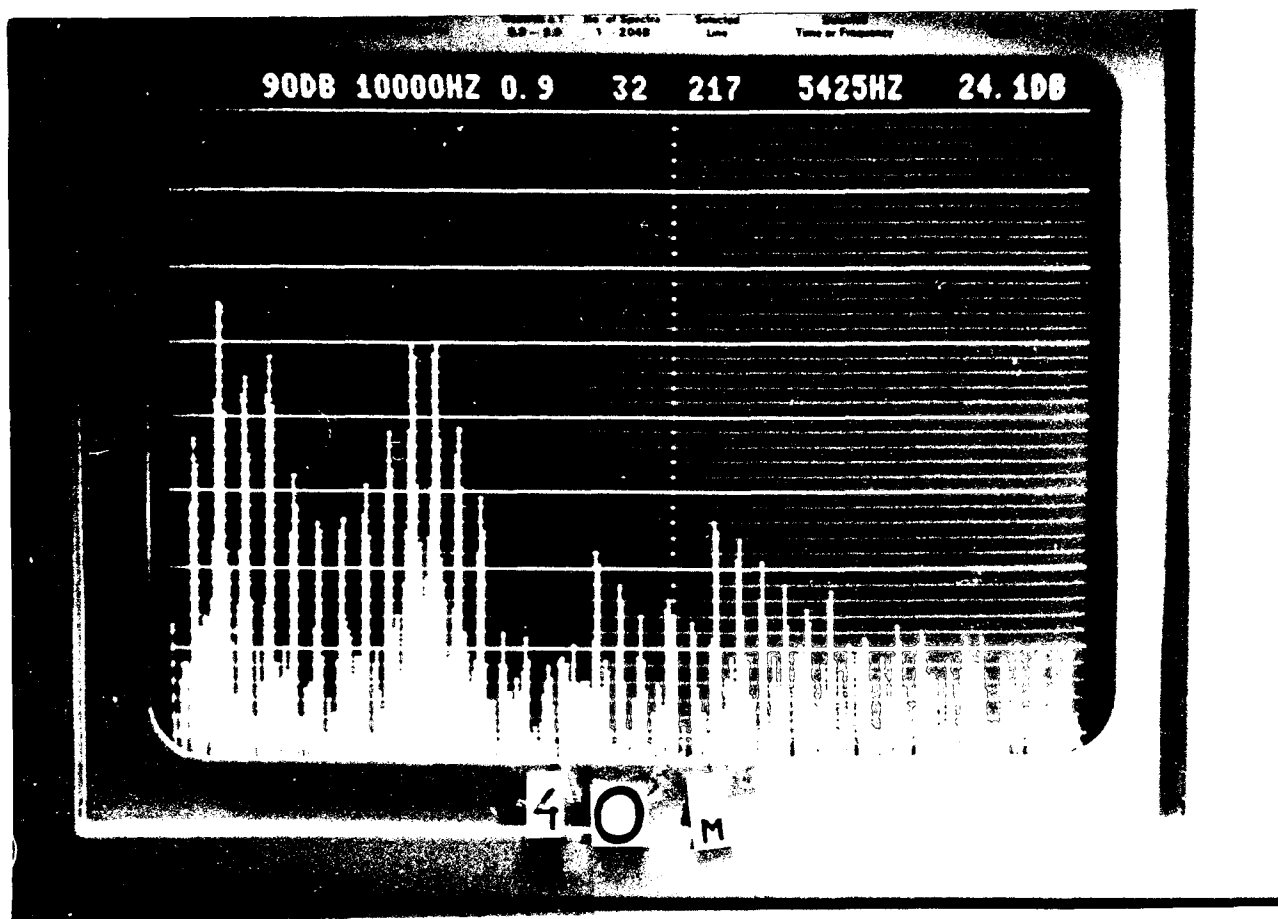
Grafica 91 .- Bajo 1 Vocal "o" Media 186'7 Hz.



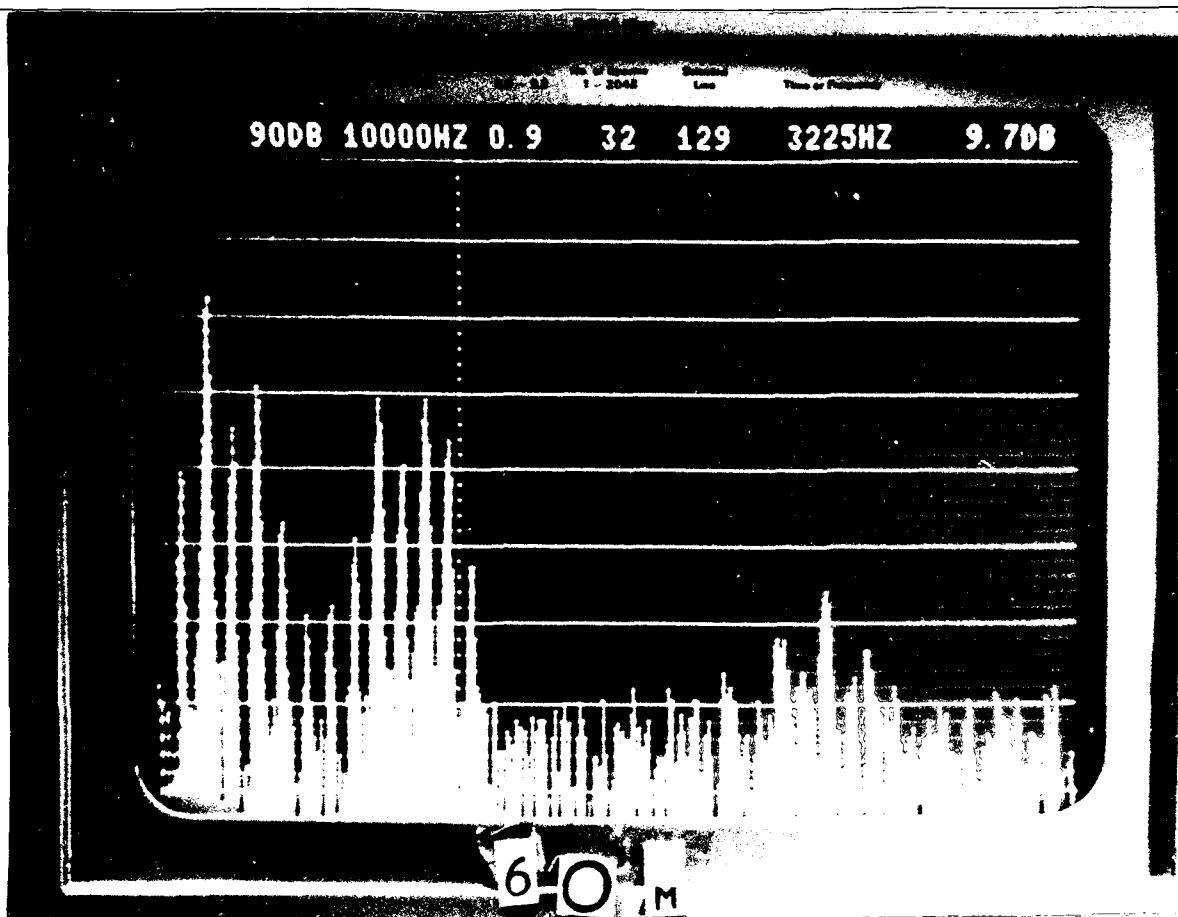
Grafica 92.- Bajo 2 Vocal "o" Media 170 Hz.



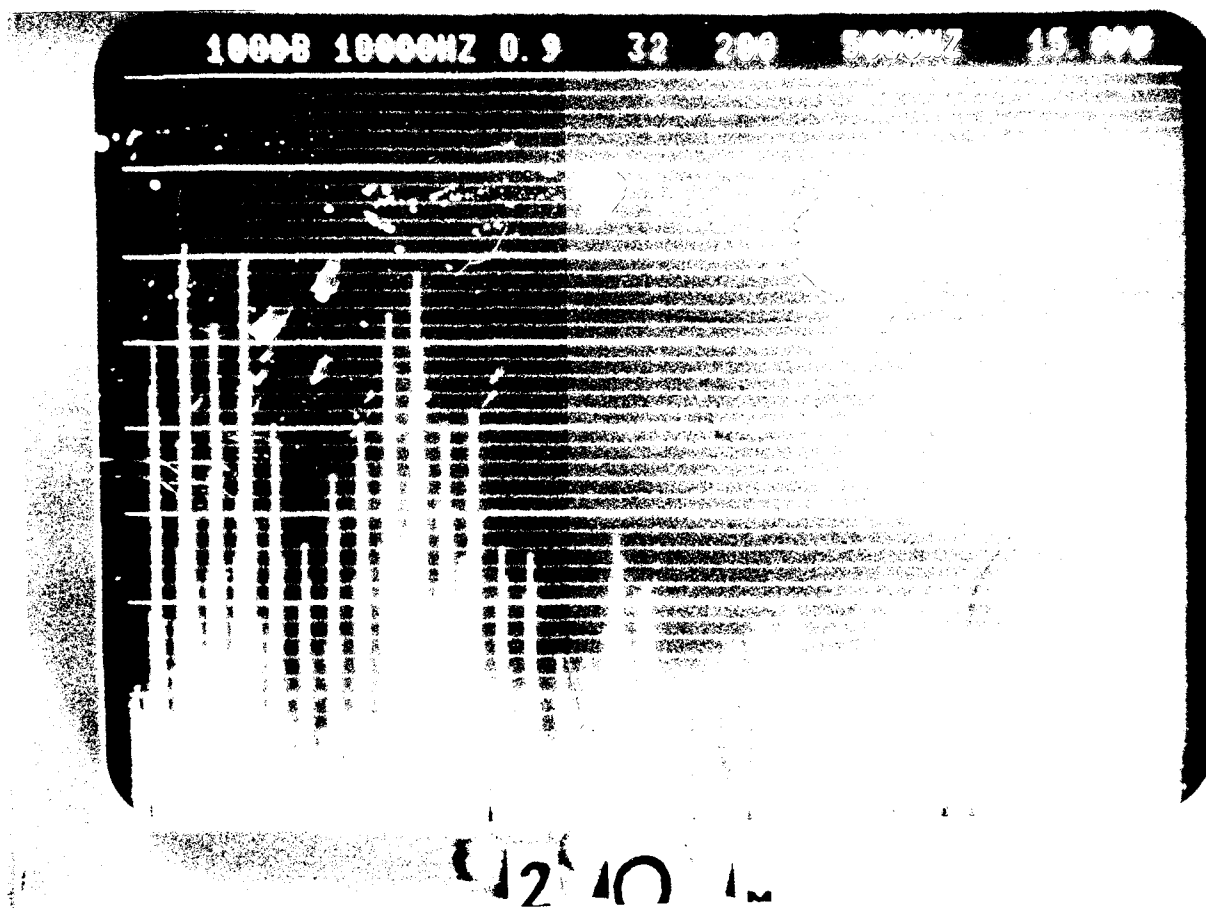
Grafica 93.- Bajo 3 Vocal "o" Media 192'4 Hz.



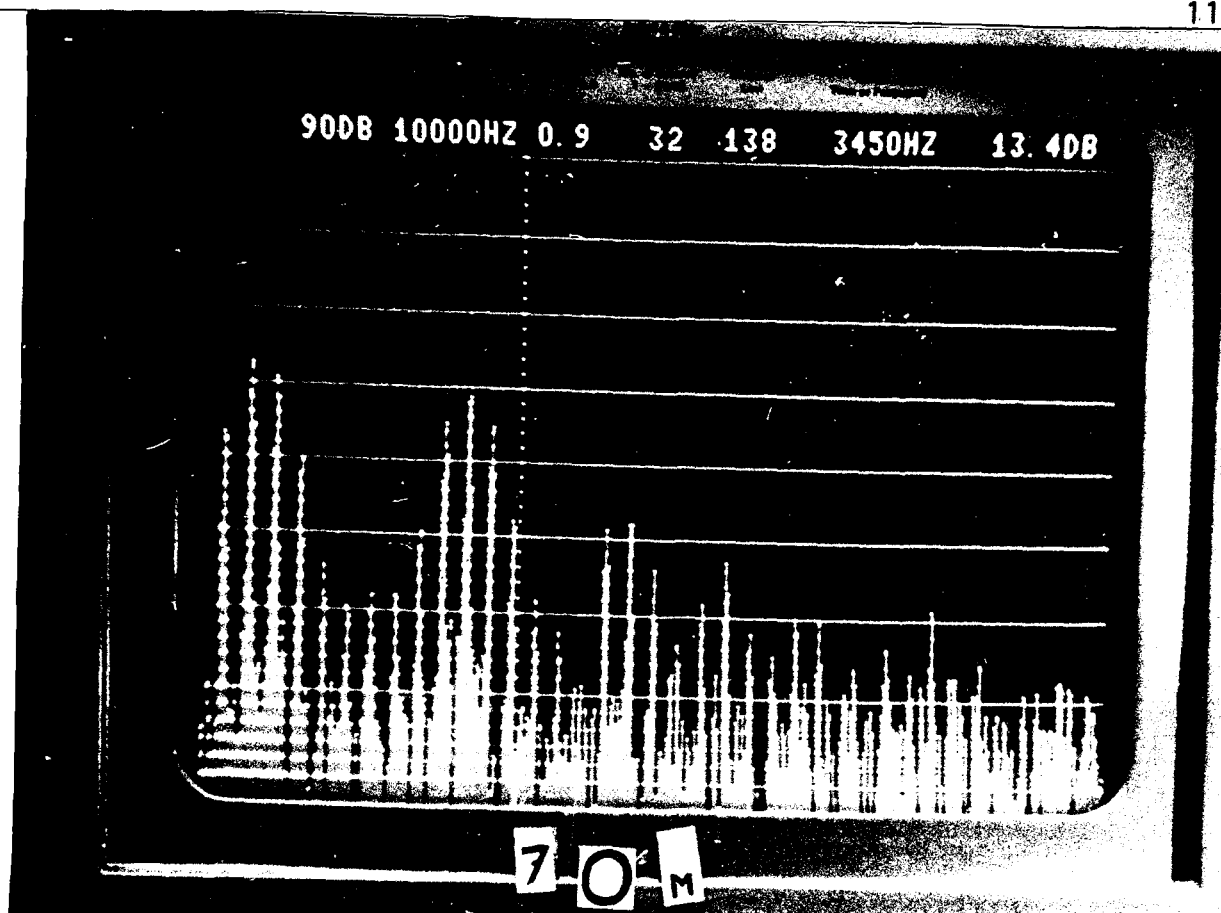
Grafica 94.- Baritono 1 Vocal "o" Media 258'3 Hz.



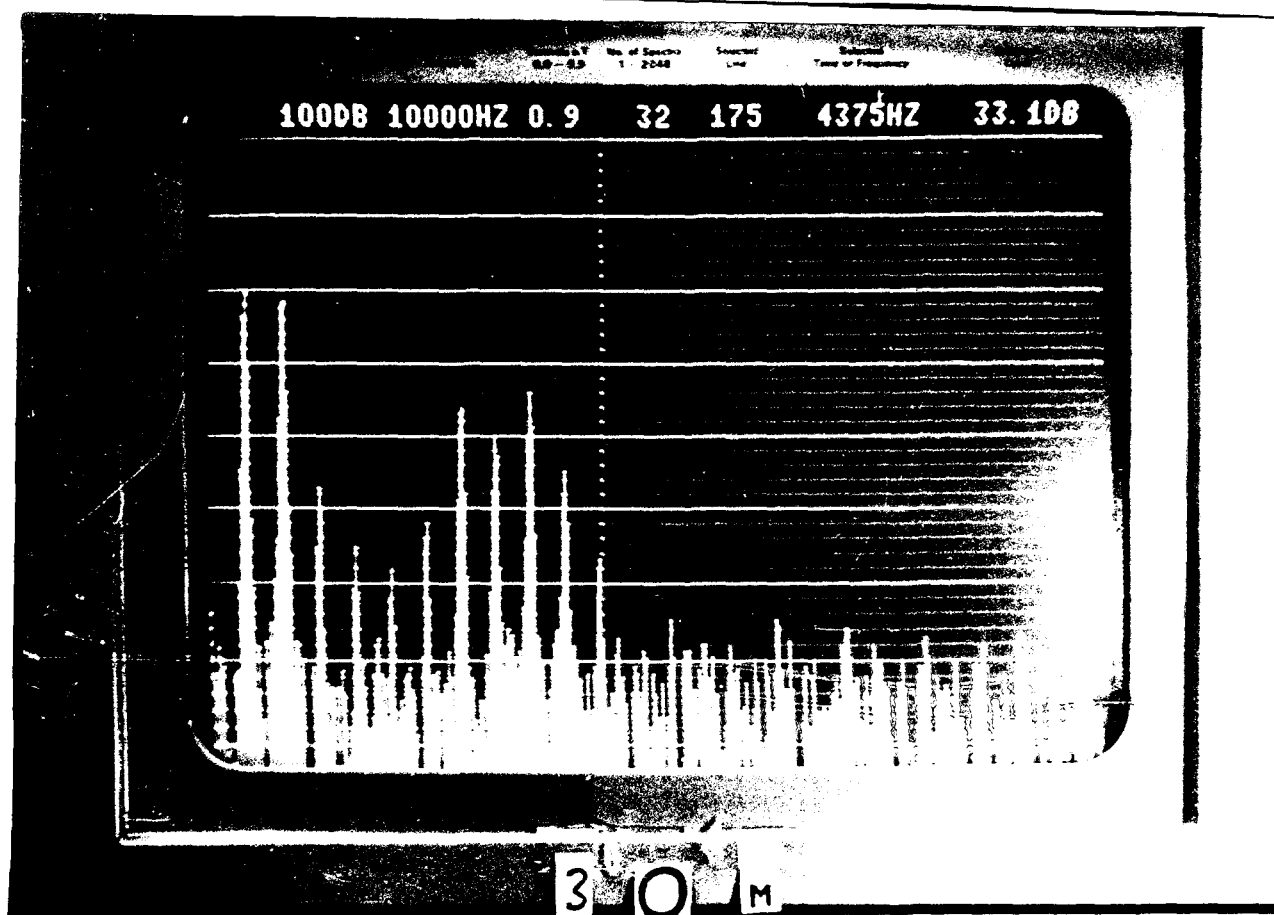
Grafica 95 .- Baritono 2 Vocal "o" Media 262'1 Hz.



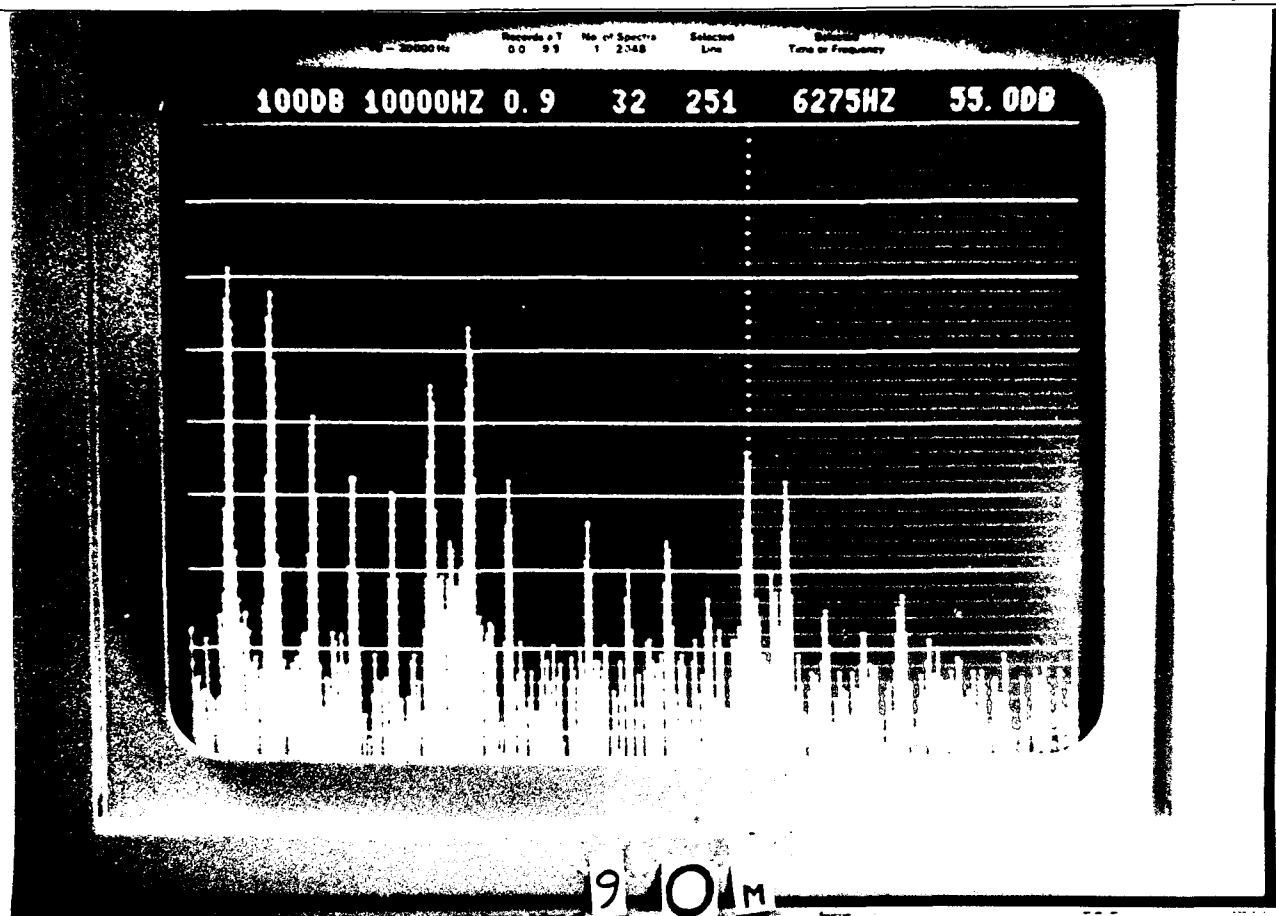
Grafica 96 .- Tenor 1 Vocal "o" Media 273'2 Hz.



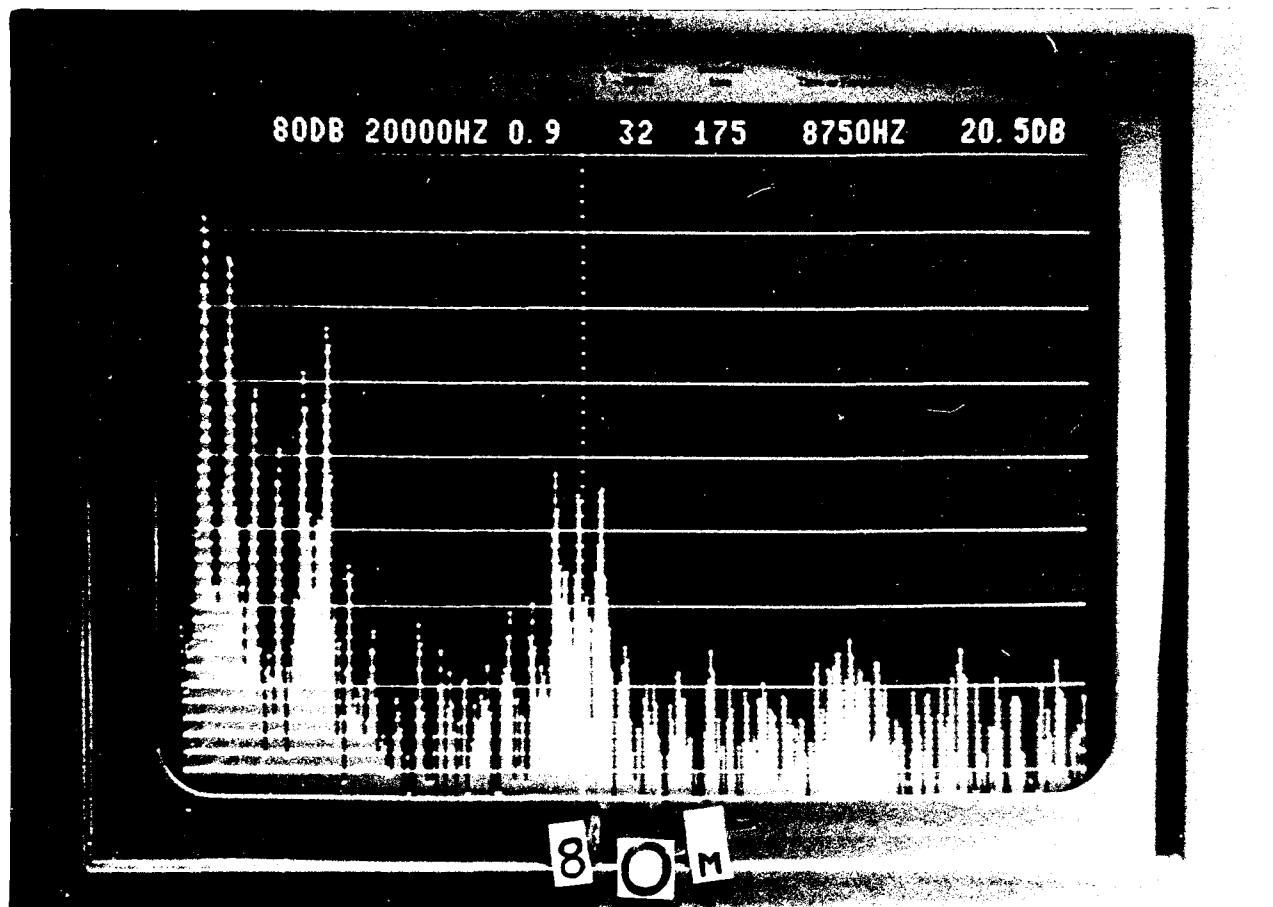
Grafica 97.- Tenor 2 Vocal "o". Media 261'3 Hz.



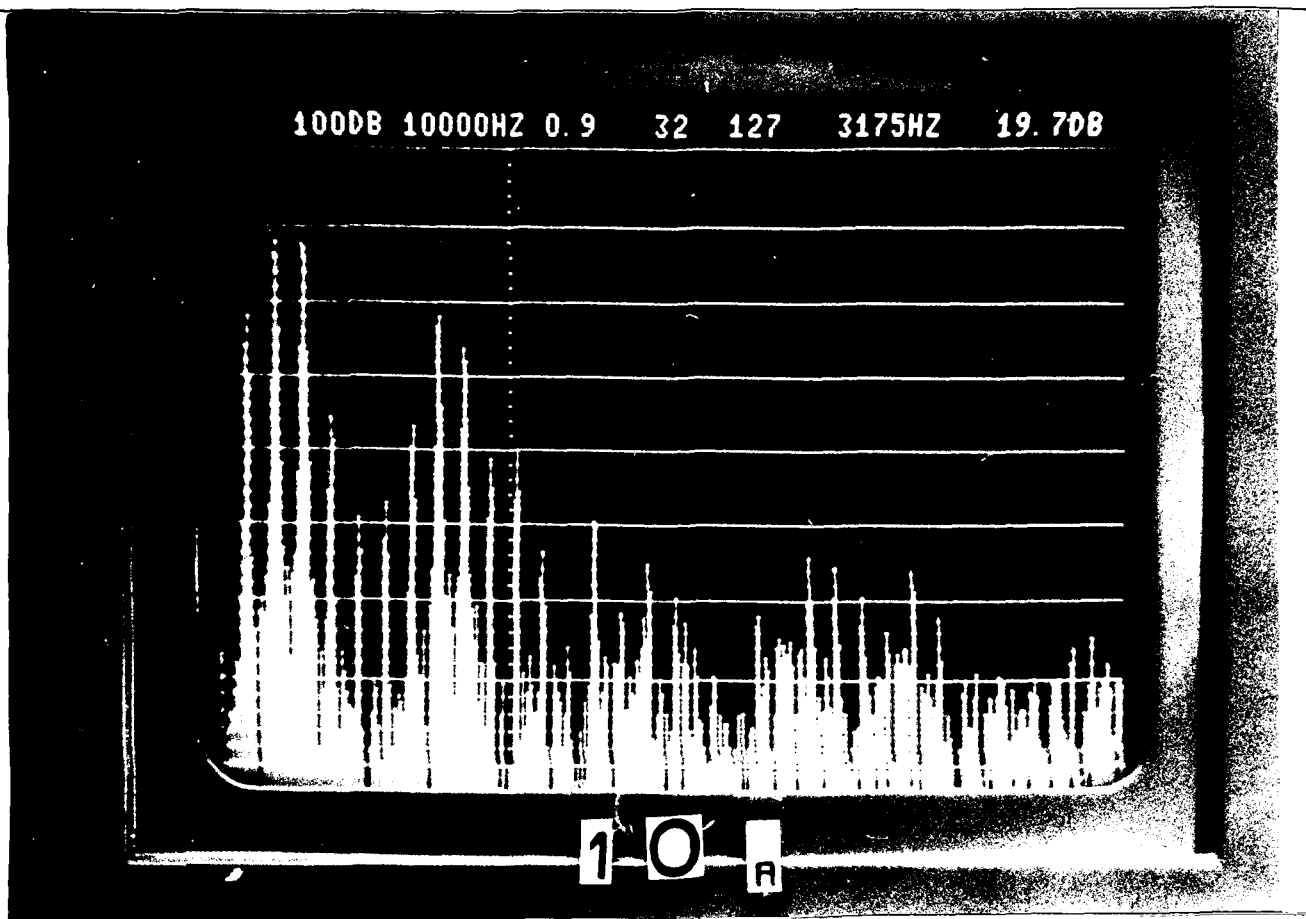
Grafica 98.- Mezzo 1 Vocal "o" Media 397'7 Hz.



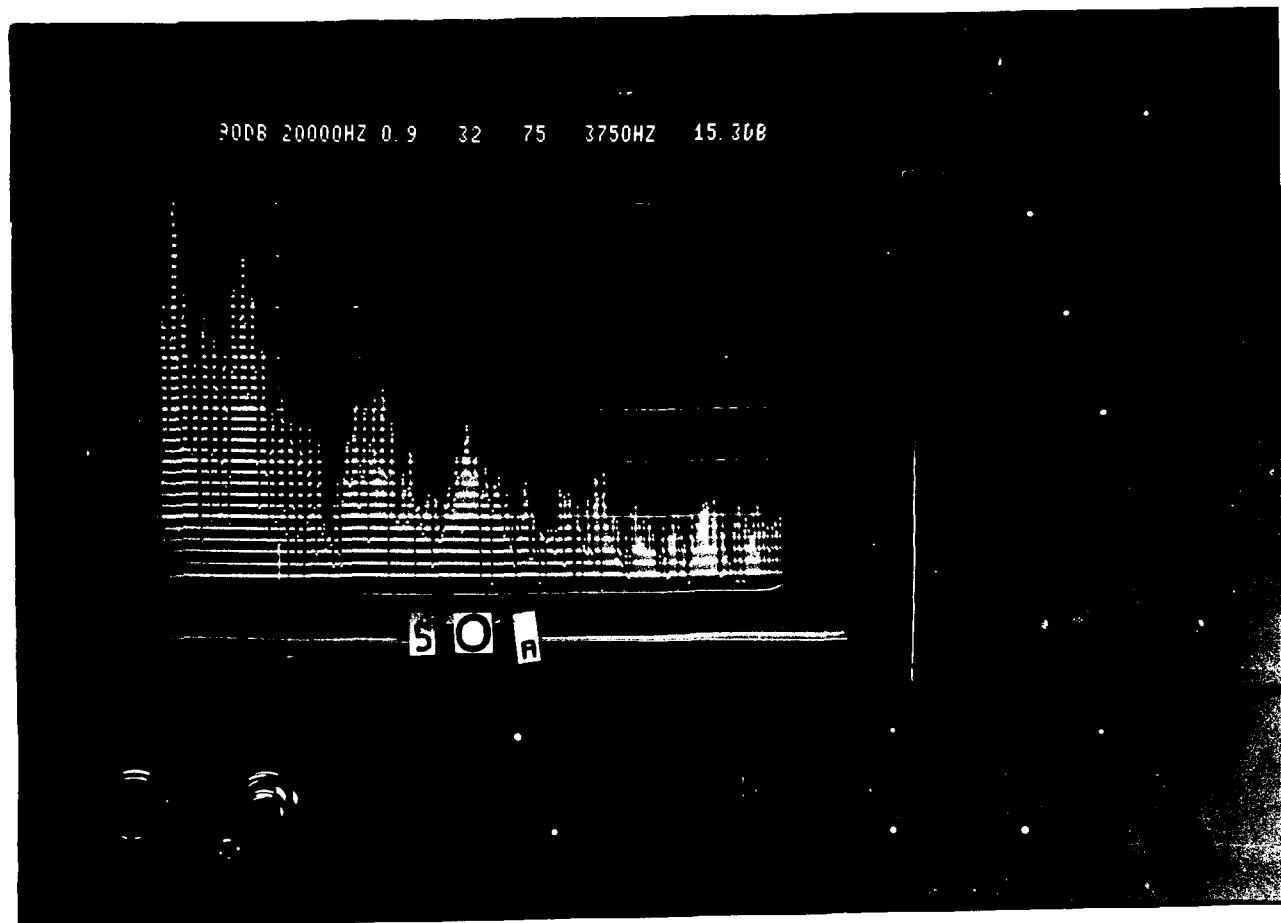
Grafica 99.- Mezzo 2 Vocal "o" Media 448'2 Hz.



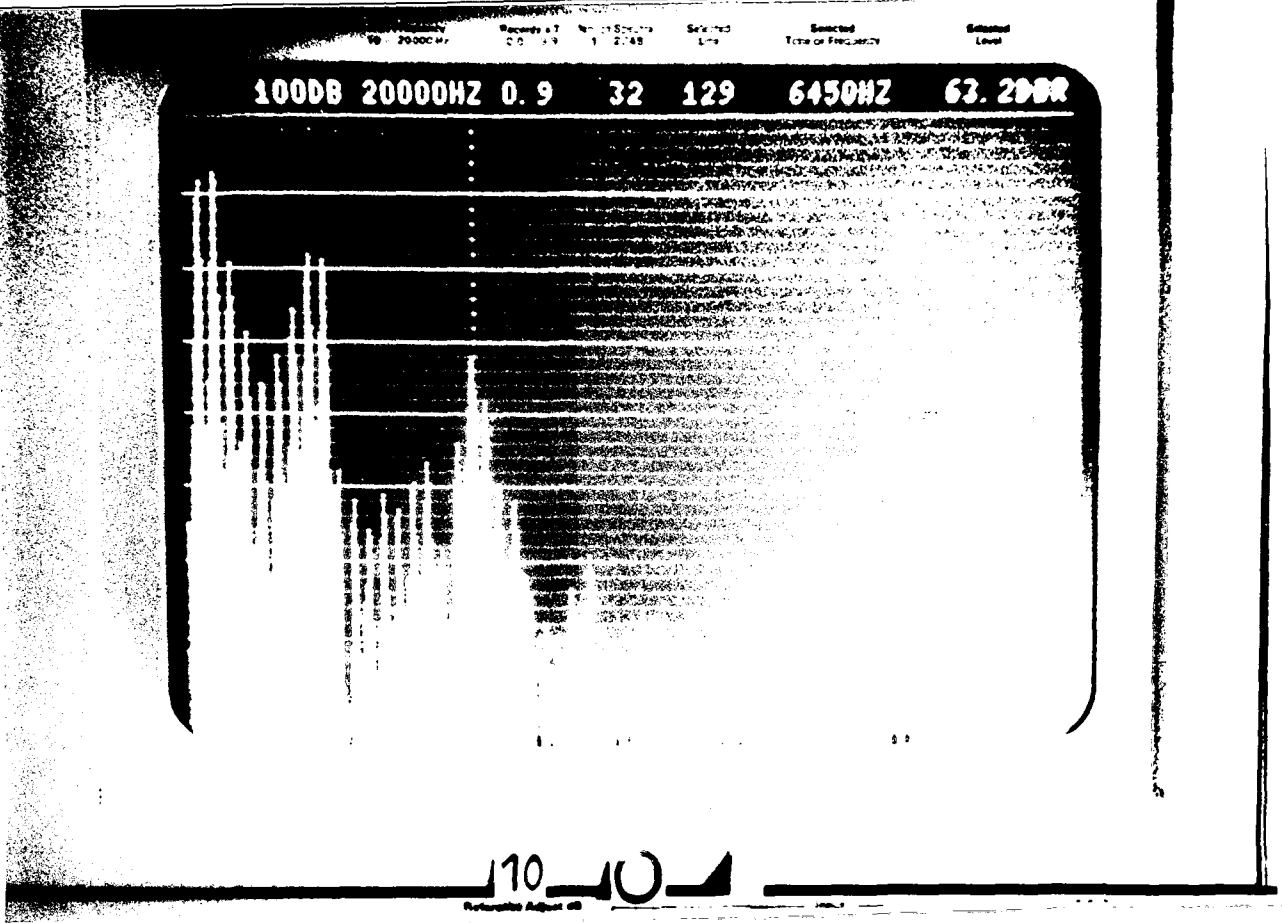
Grafica 100.- Soprano Vocal "o" Media 514'7 Hz.



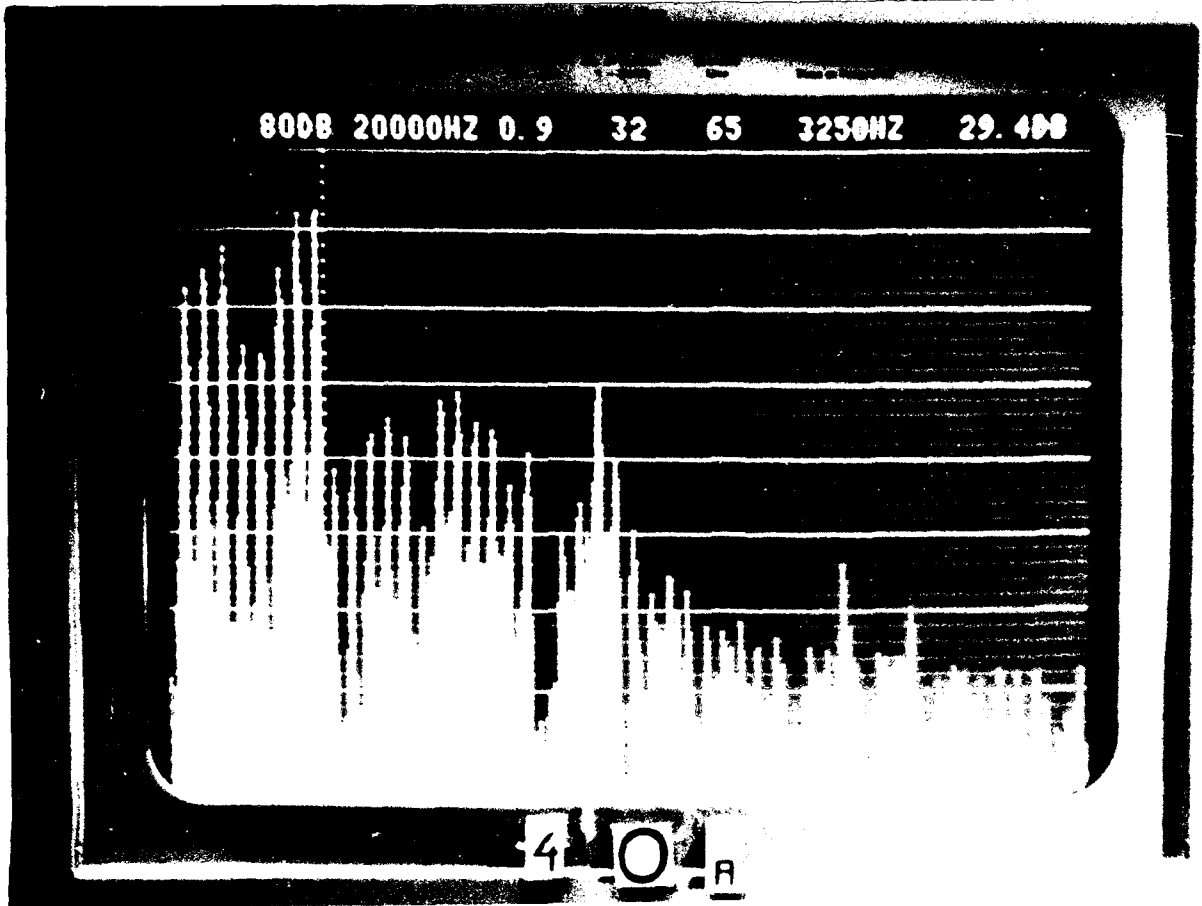
Grafica 101.- Bajo 1 Vocal "o" Alta 293'9 Hz.



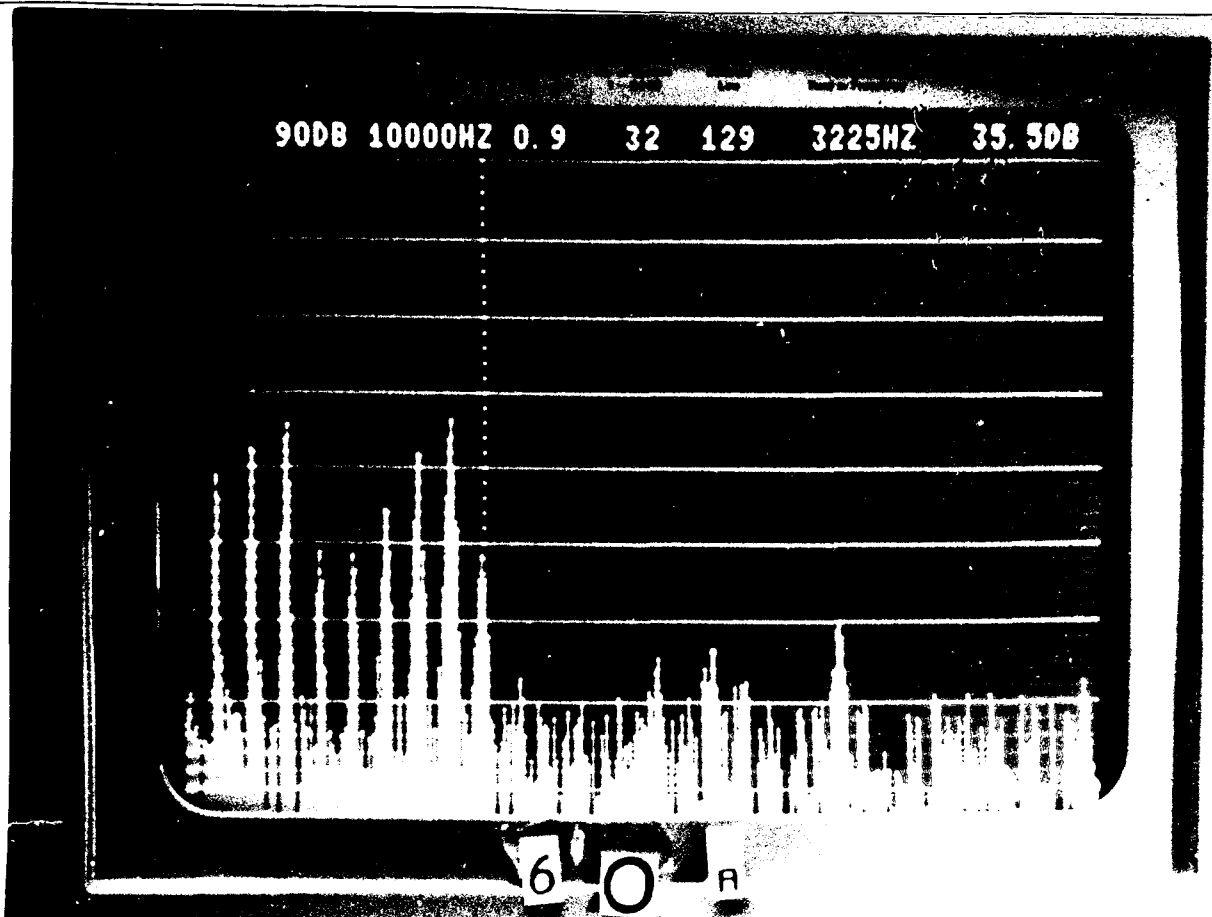
Grafica 102.- Bajo 2 Vocal "o" Alta 295'2 Hz.



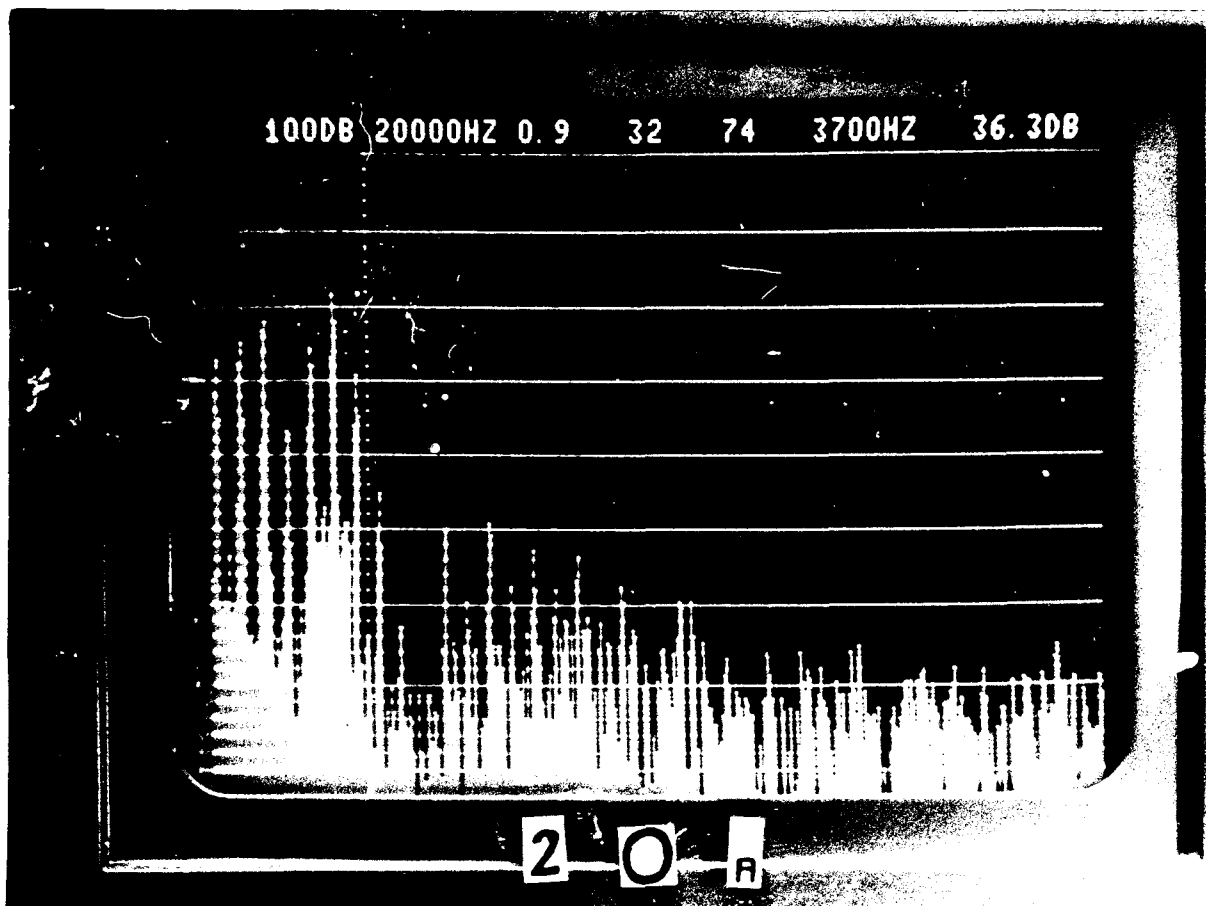
Grafica 103.- Bajo 3 Vocal "o" Alta 334'1 Hz.



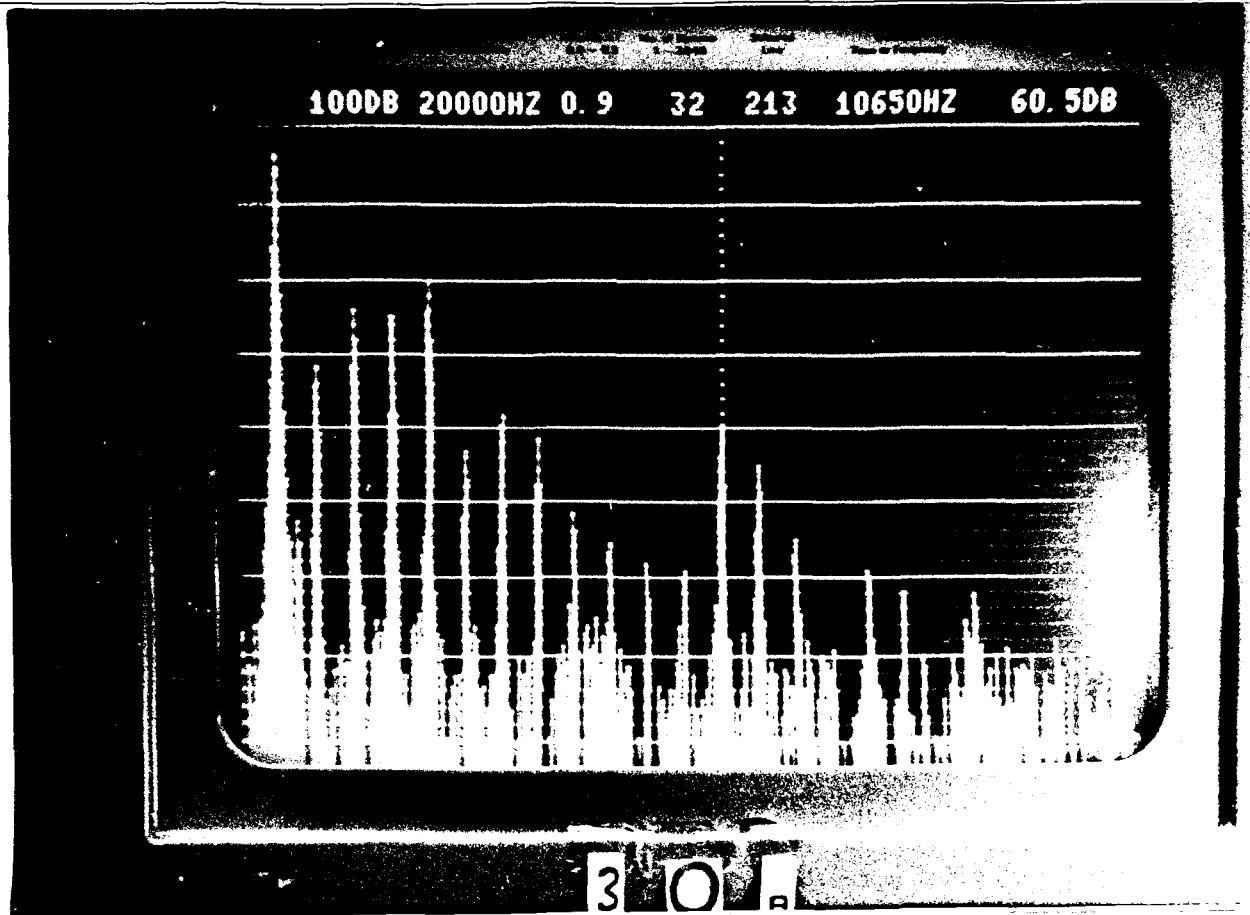
Grafica 104 .- Baritono 1 Vocal "o" Alta 395'1 Hz.



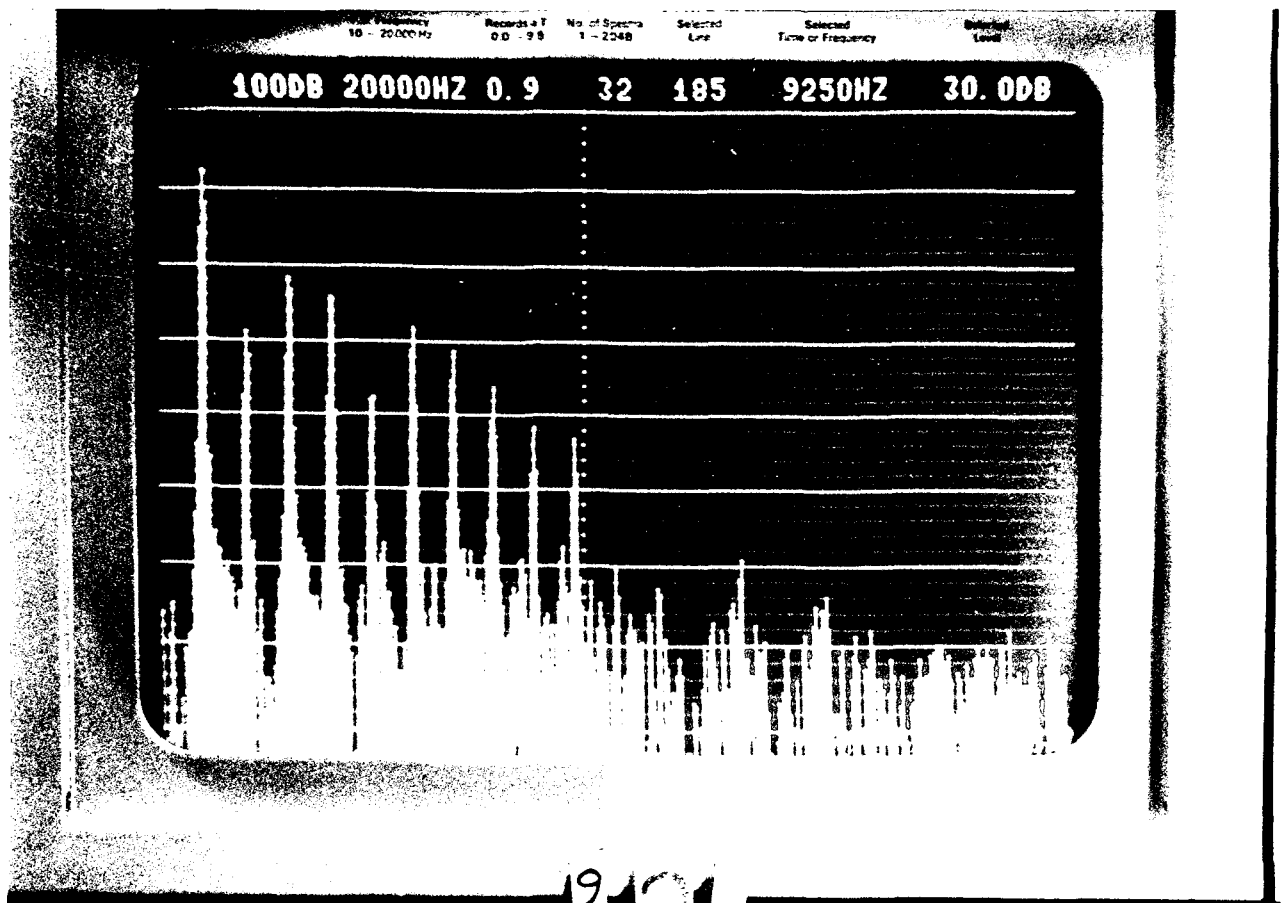
Grafica 105.- Baritono 2 Vocal "o" Alta 358'3 Hz.



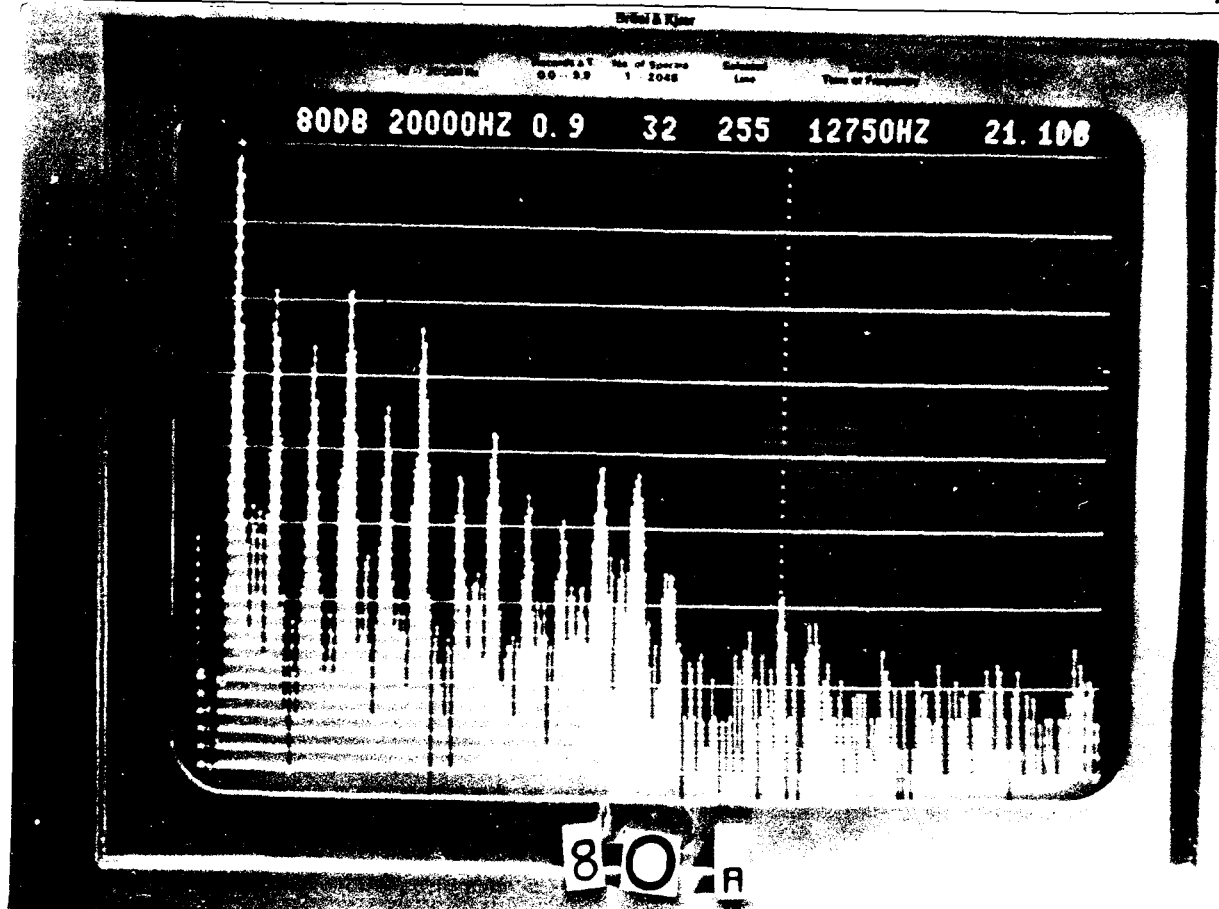
Grafica 106.- Tenor 1 Vocal "o" Alta 500'0 Hz.



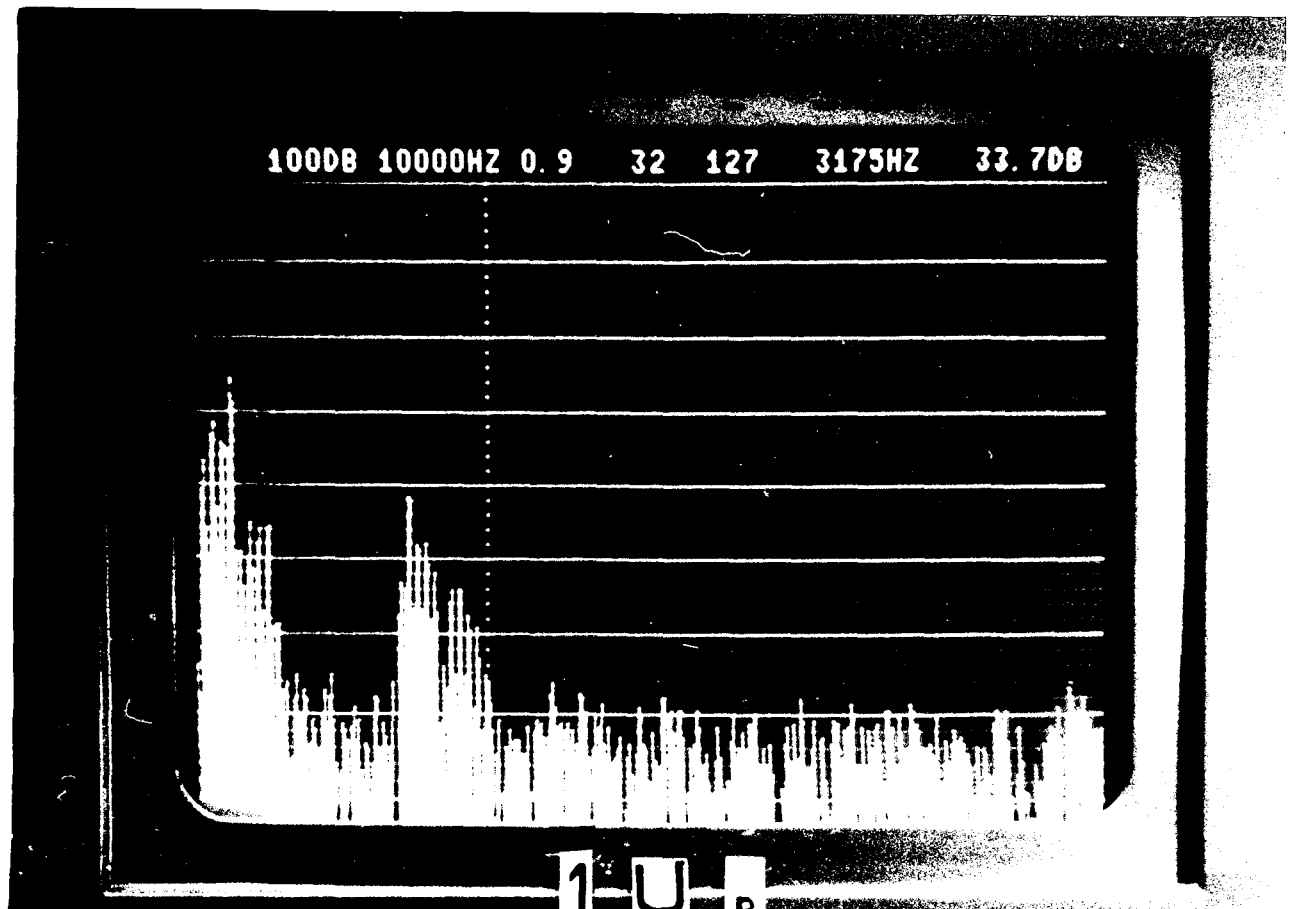
Grafica 107.- Mezzo 1 Vocal "o" Alta 819'2 Hz.



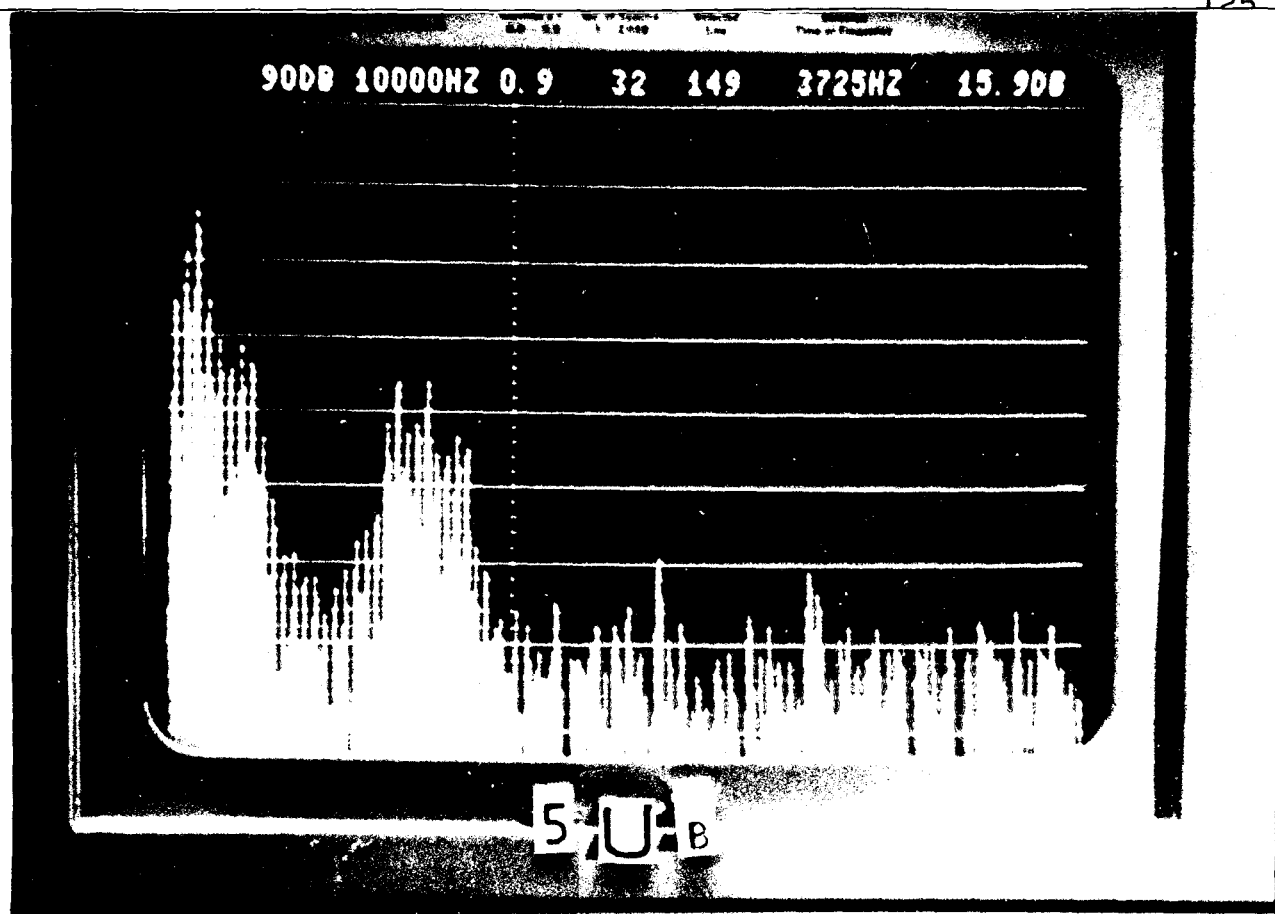
Grafica 108.- Mezzo 2 Vocal "o" Alta 906'8 Hz.



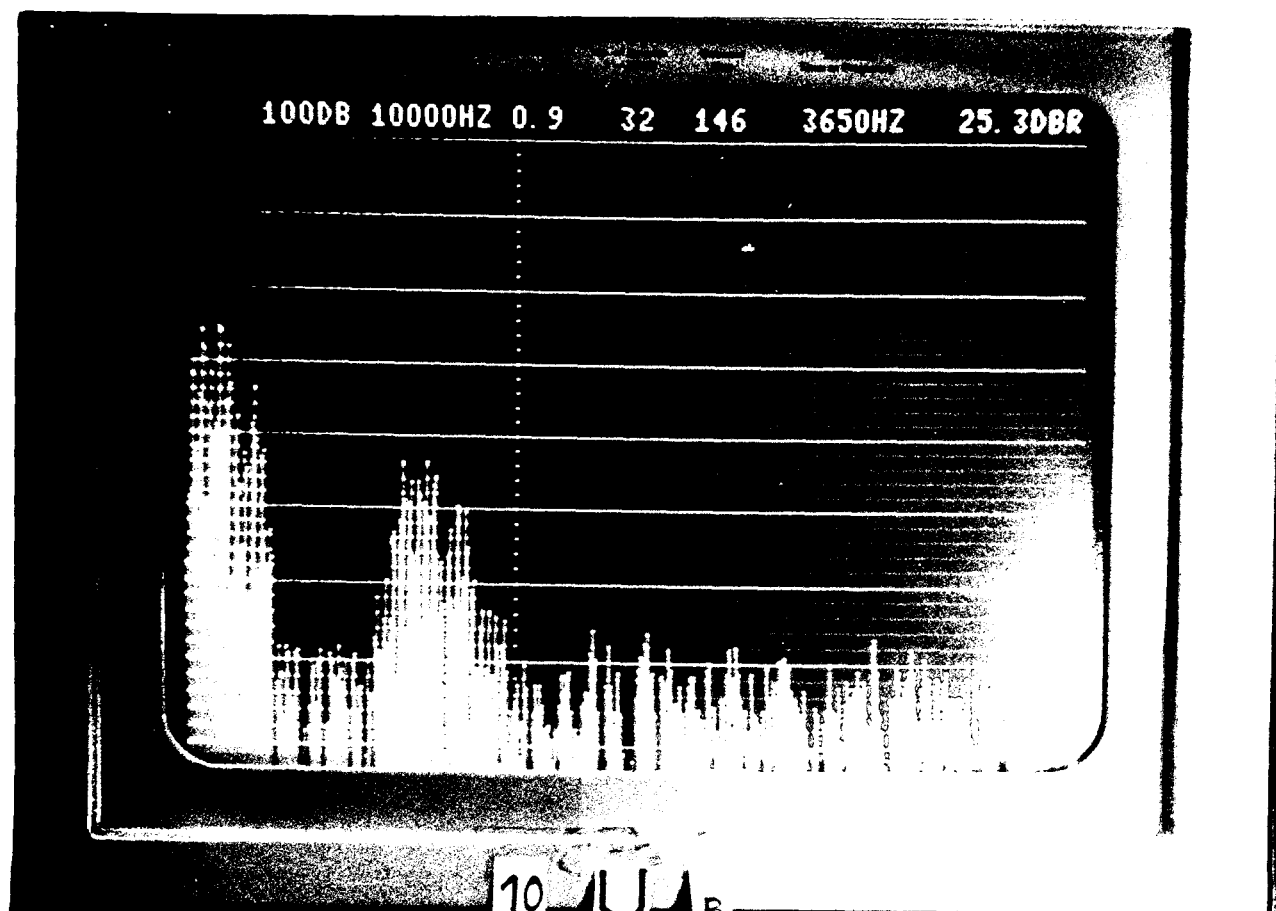
Grafica 109.- Soprano Vocal "o" Alta 796'8 Hz.



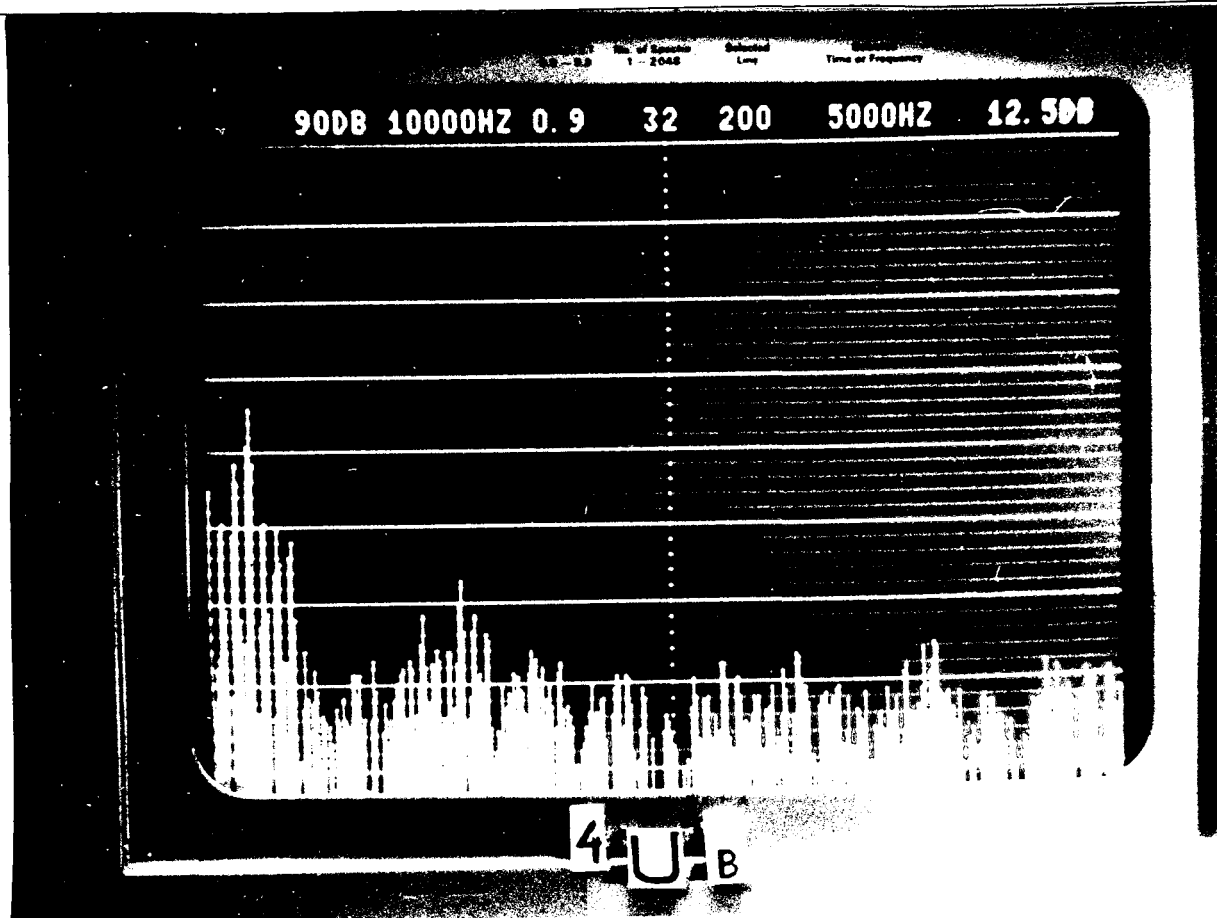
Grafica 110 .- Bajo 1 Vocal "u" Grave 90'0 Hz.



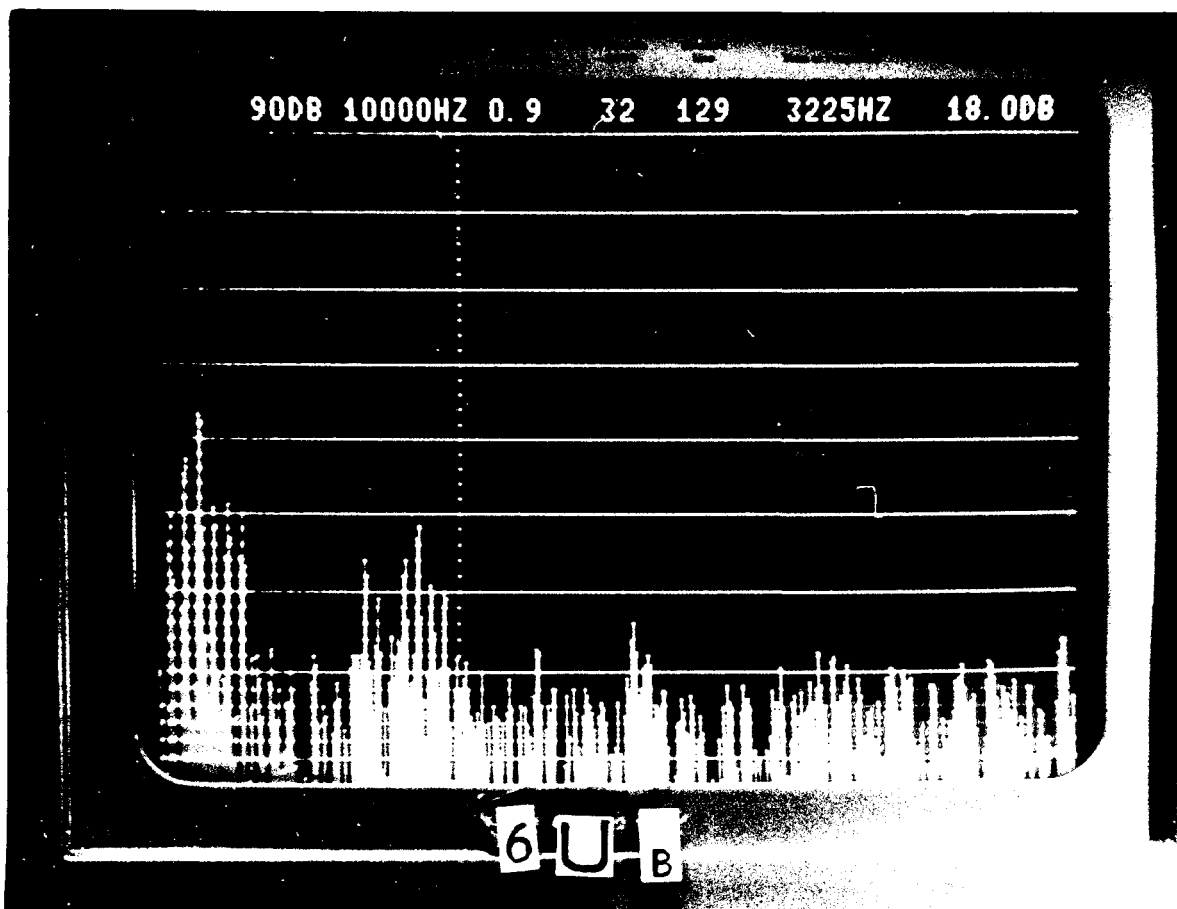
Grafica 111.- Bajo 2 - Vocal "u" Grave 106'4 Hz.



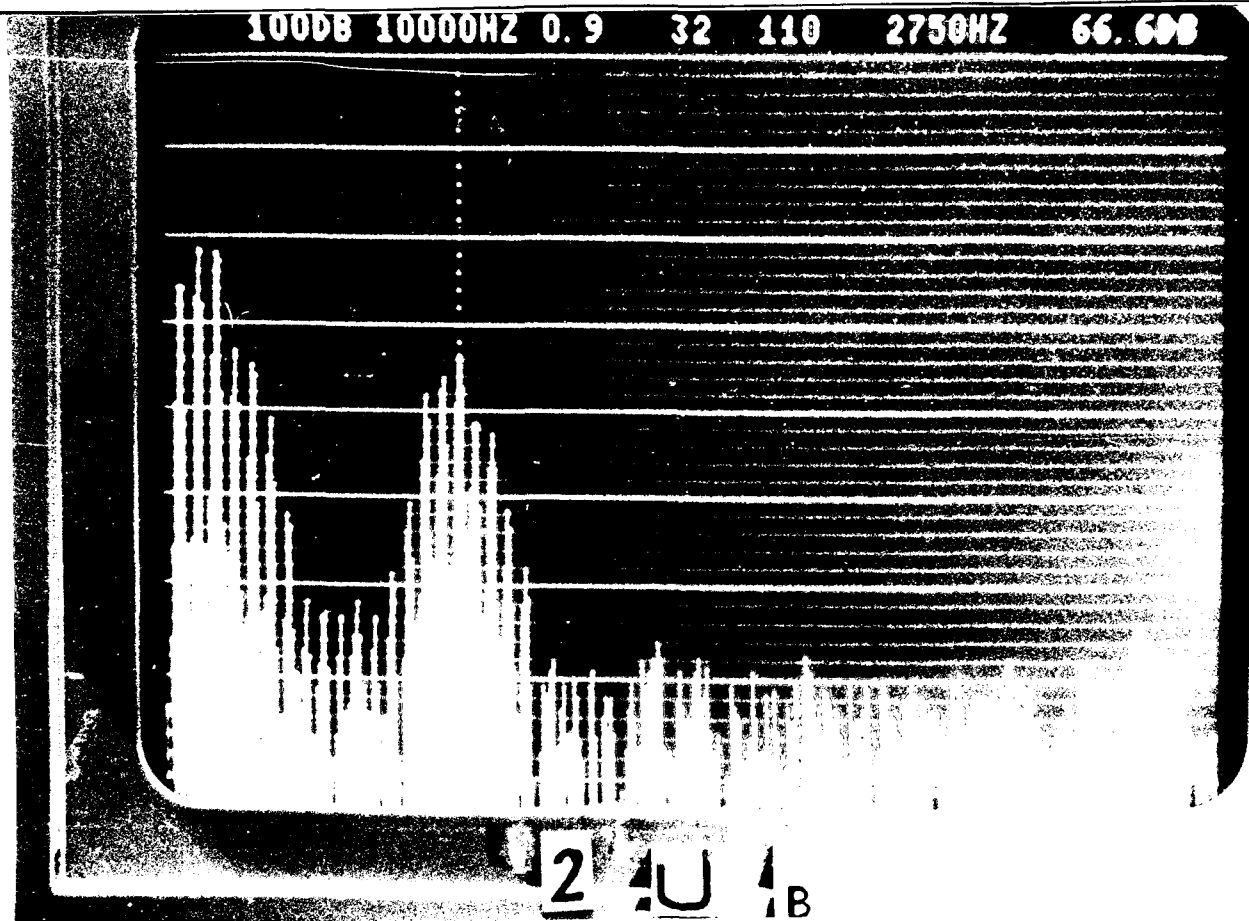
Grafica 112.- Bajo 3 - Vocal "u" Grave 89'0 Hz.



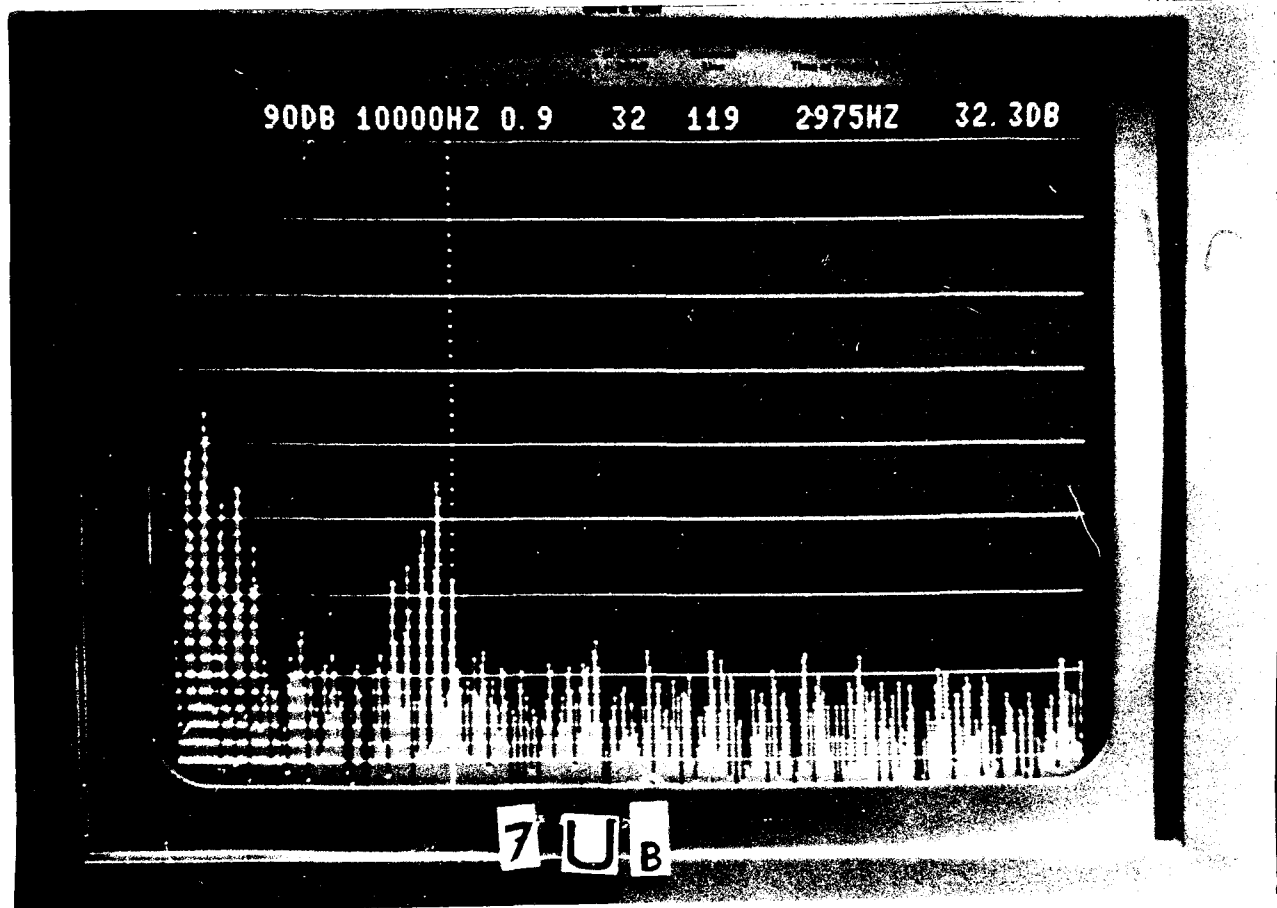
Grafica 113.- Baritono 1 - Vocal "u" Grave 147'0 Hz.



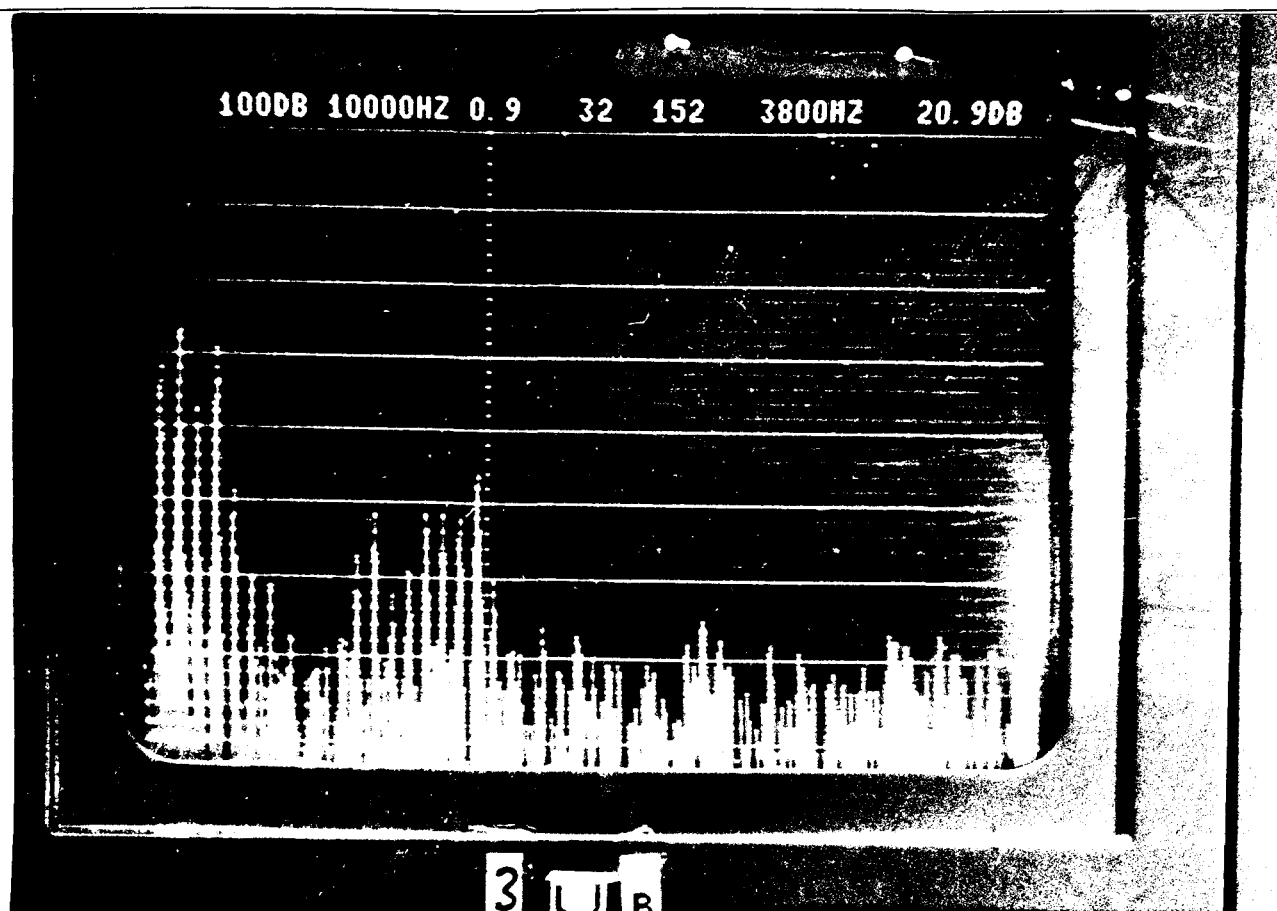
Grafica 114.- Baritono 2 - Vocal "u" Grave 146'5 Hz.



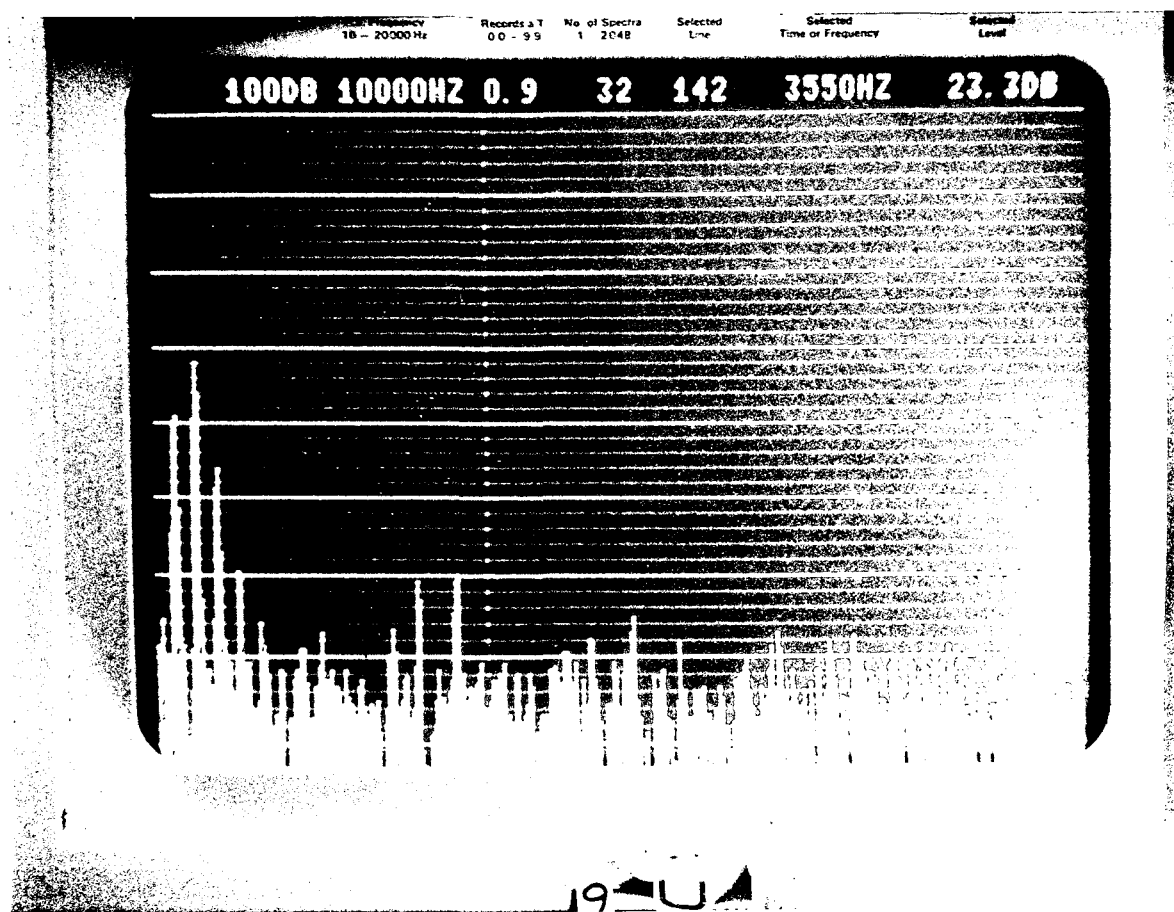
Grafica 115.- Tenor 1 - Vocal "u" Grave 161'7 Hz.



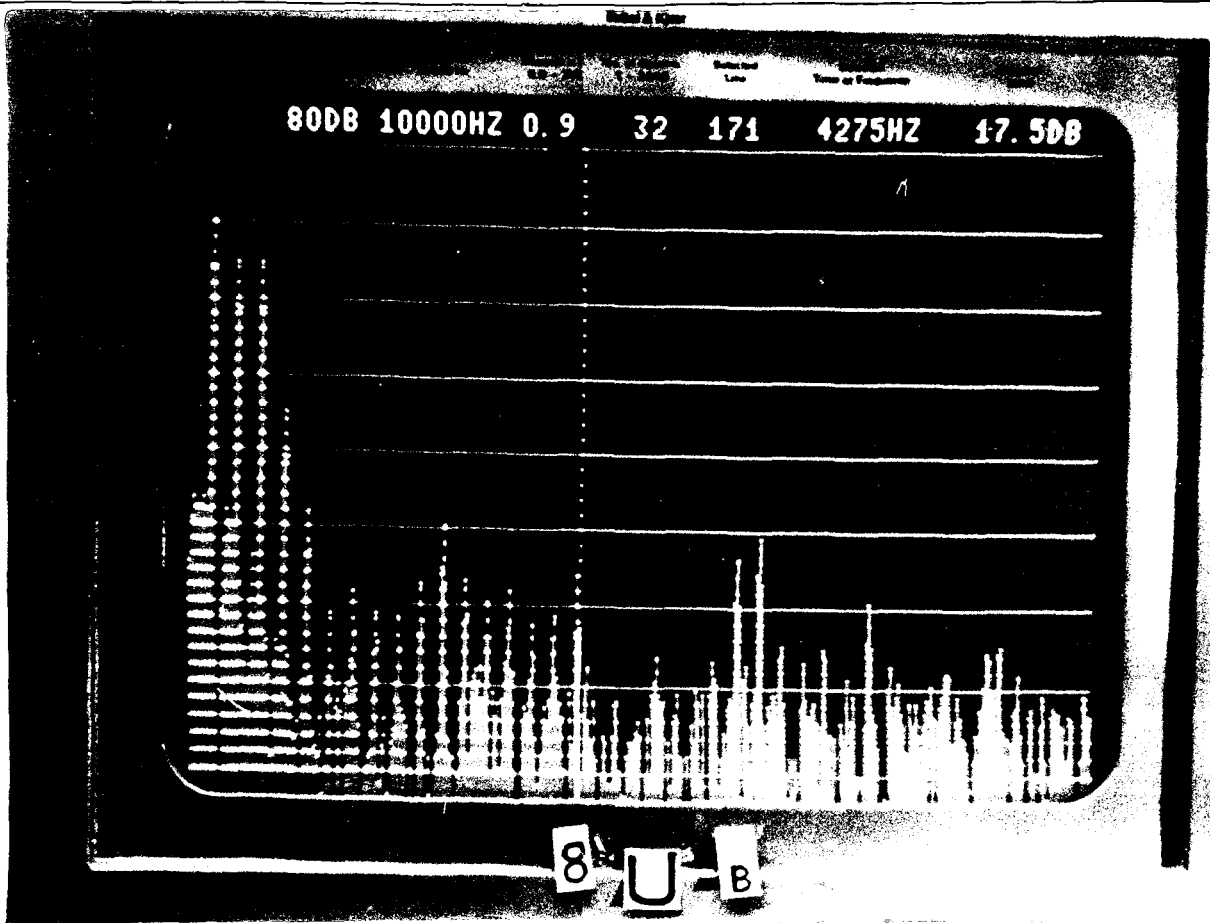
Grafica 116.- Tenor 2 - Vocal "u" Grave 175'0 Hz.



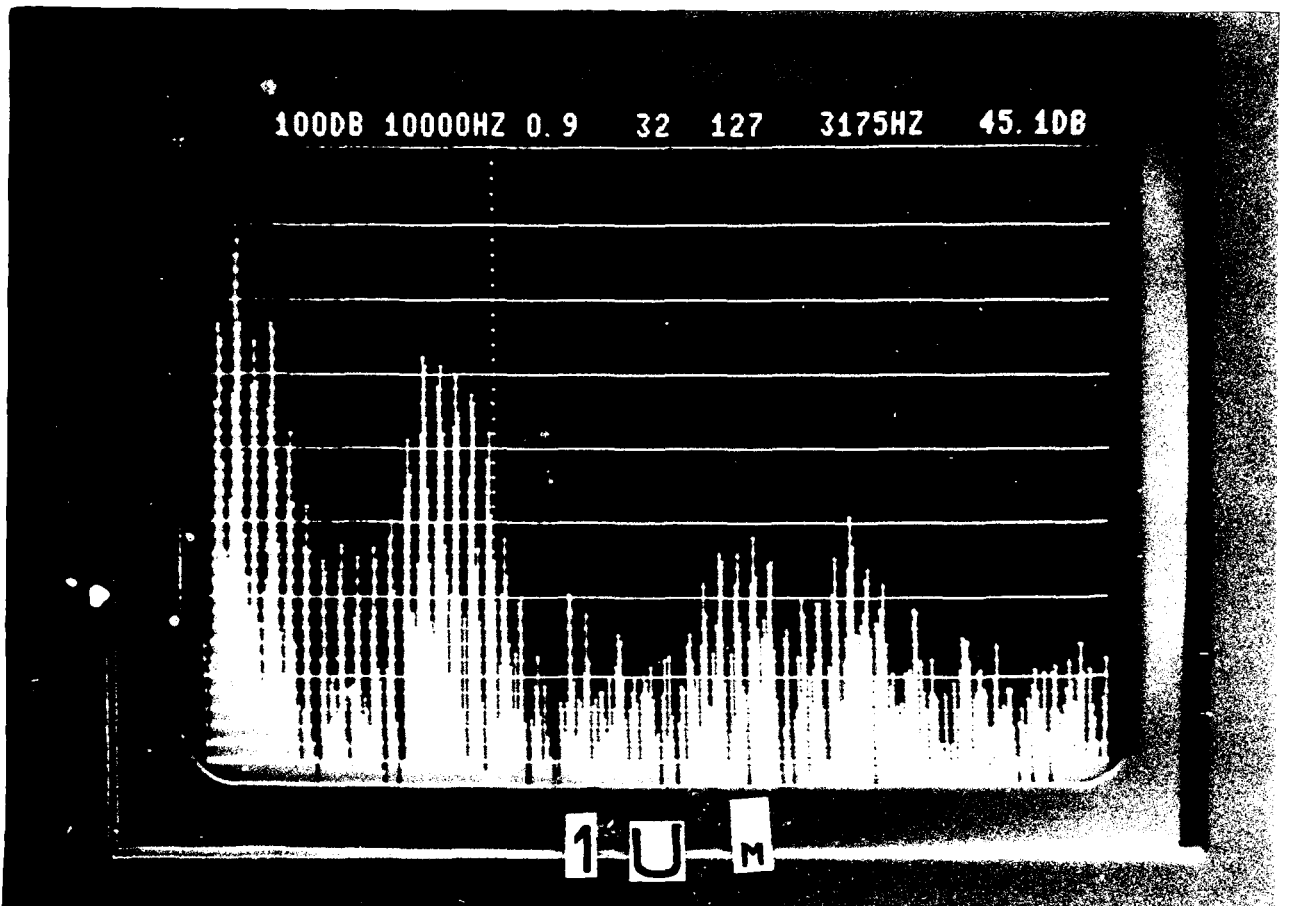
Grafica 117.- Mezzo 1 - Vocal "u" Grave 194'8 Hz.



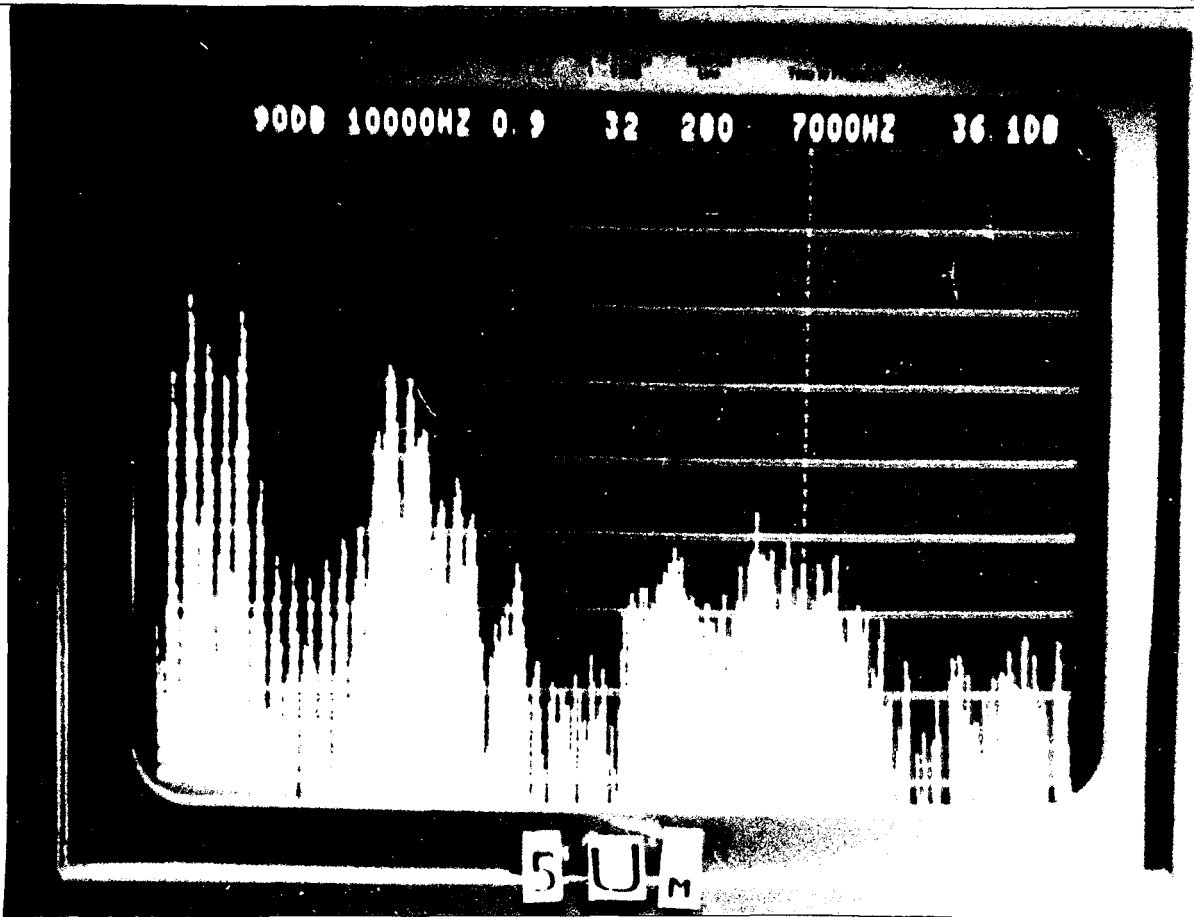
Grafica 118 .- Mezzo 2 - Vocal "u" Grave 190'8 Hz.



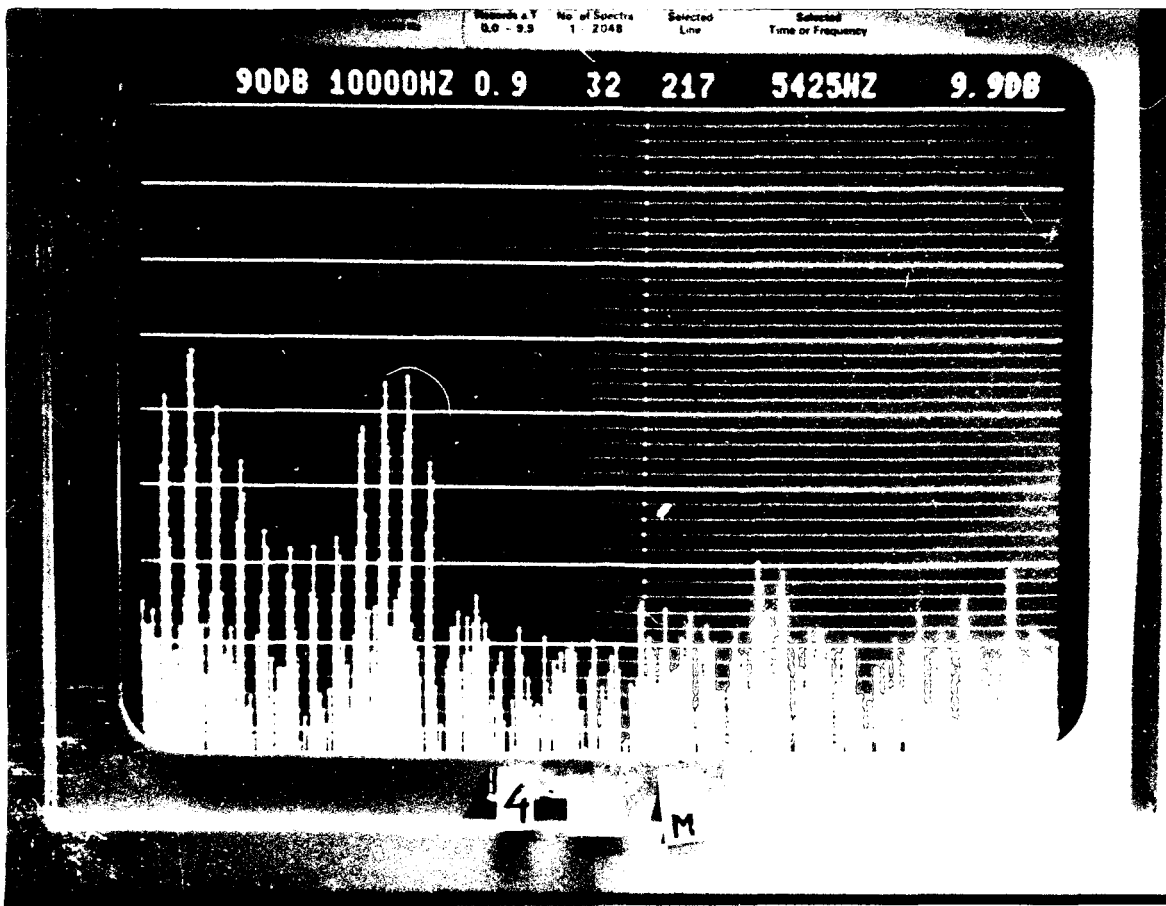
Grafica 119.- Soprano - Vocal "u" Grave 251'4 Hz.



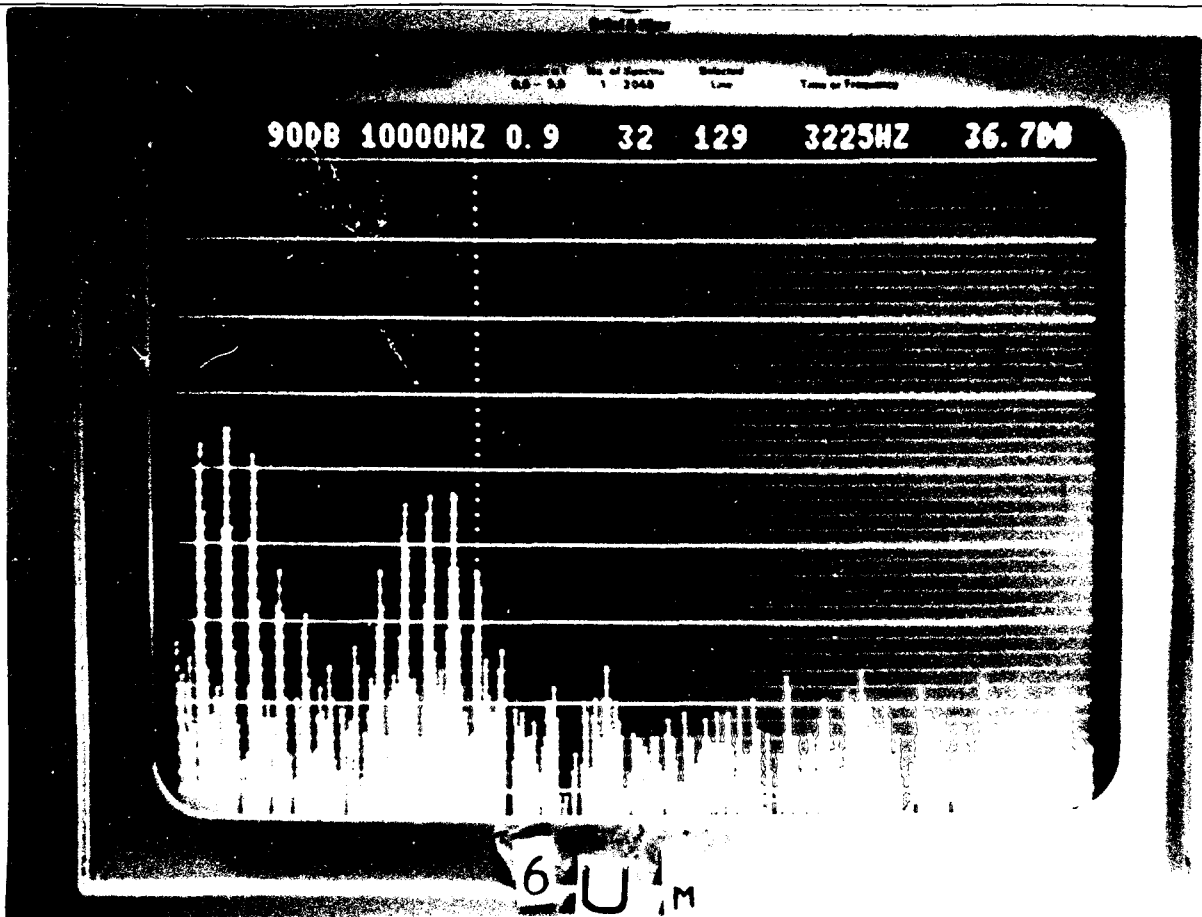
Grafica 120.- Bajo 1 - Vocal "u" Media 184'5 Hz.



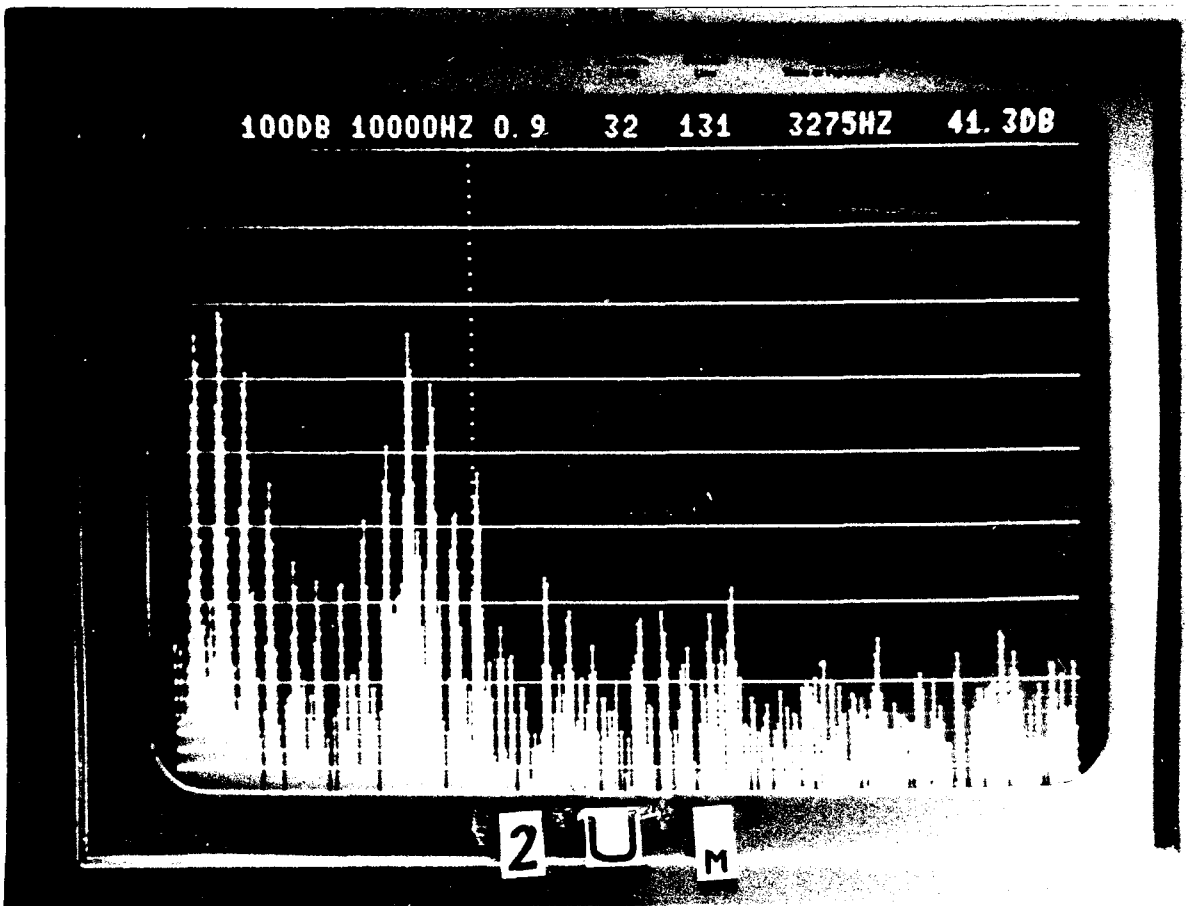
Grafica 121 .- Bajo 2 - Vocal "u" Media 177'2 Hz.



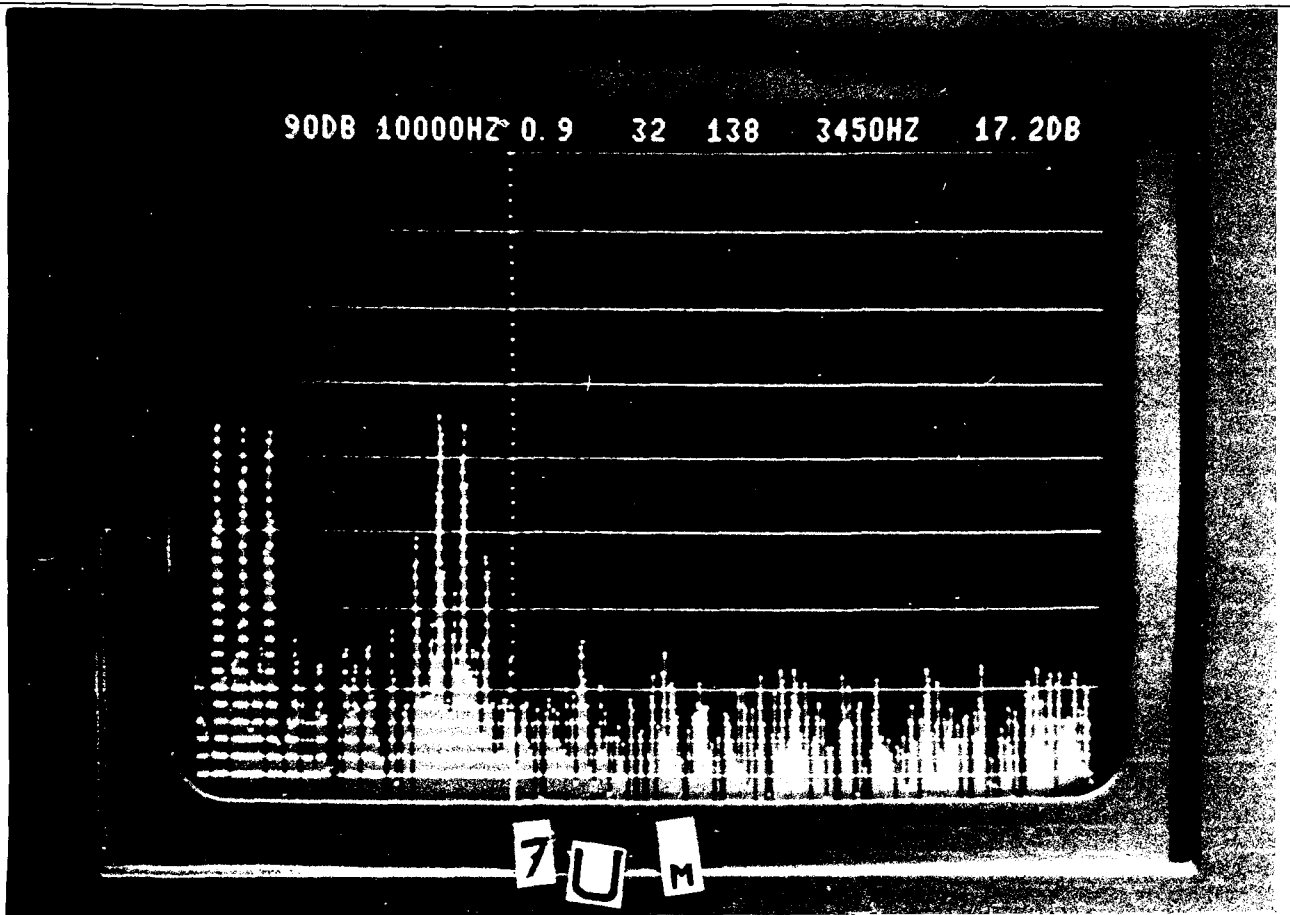
Grafica 122.-Baritono 1 - Vocal "u" Media 258'3 Hz



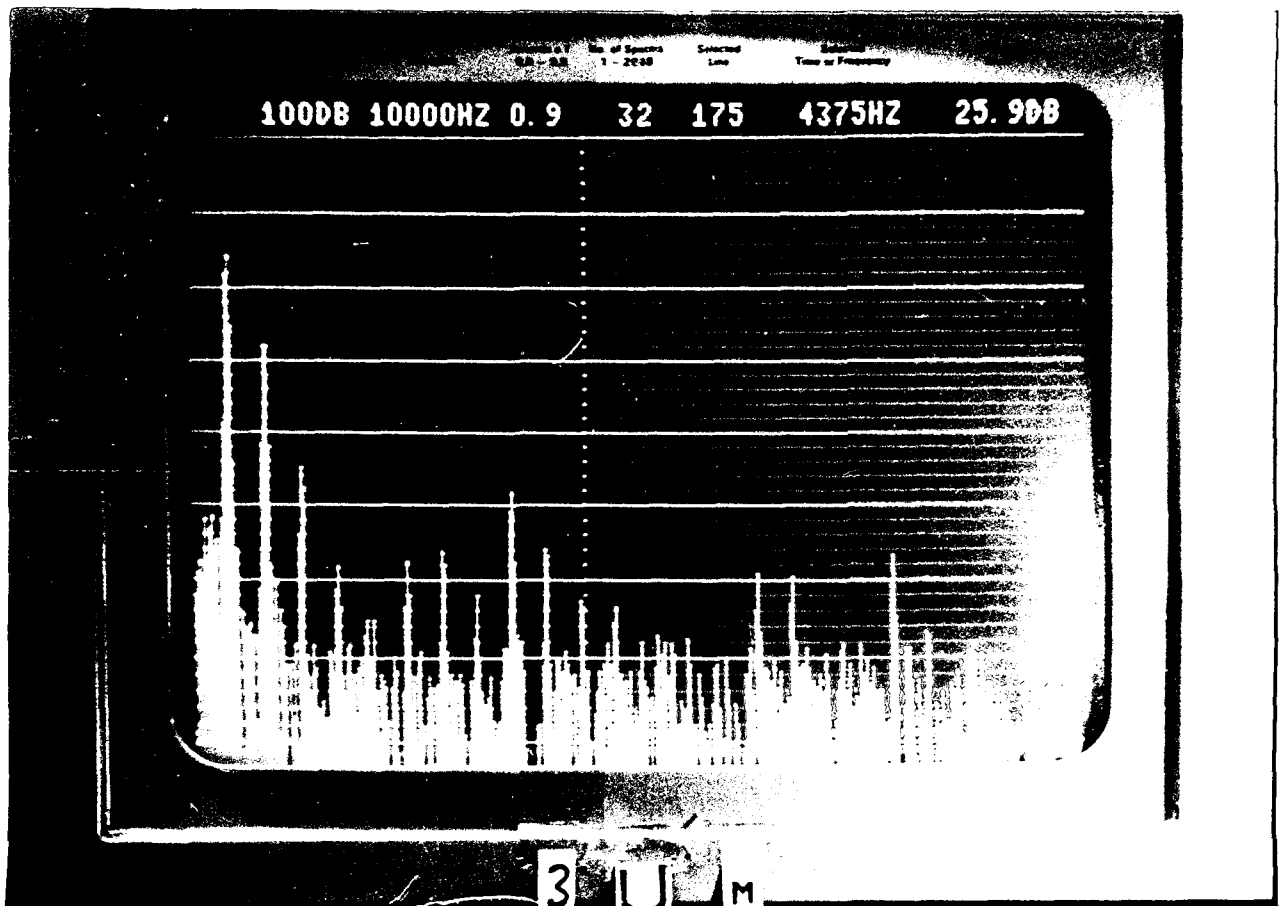
Grafica 123.- Baritono 2 - Vocal "u" Media 268'7 Hz.



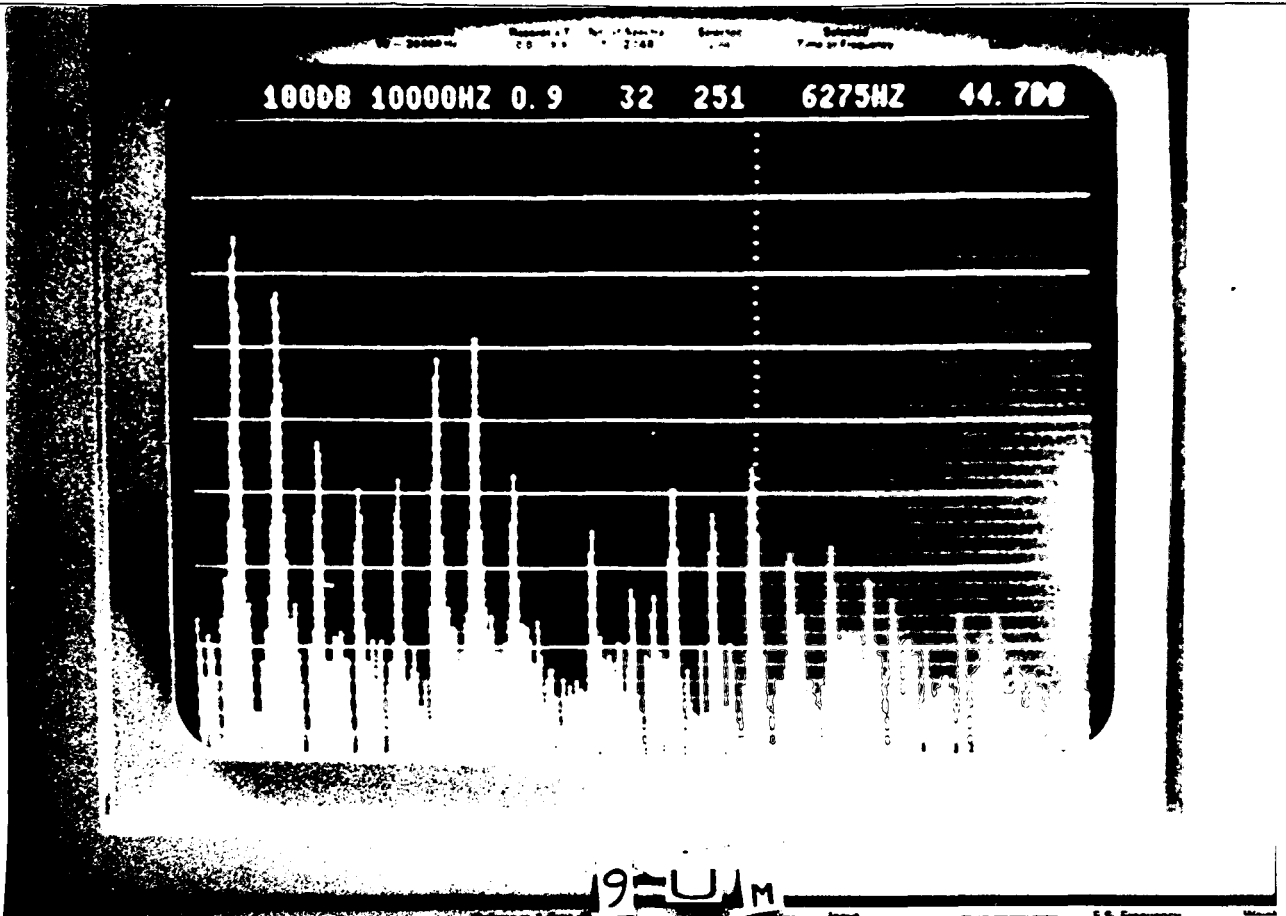
Grafica 124.- Tenor 1 - Vocal "u" Media 255'8 Hz.



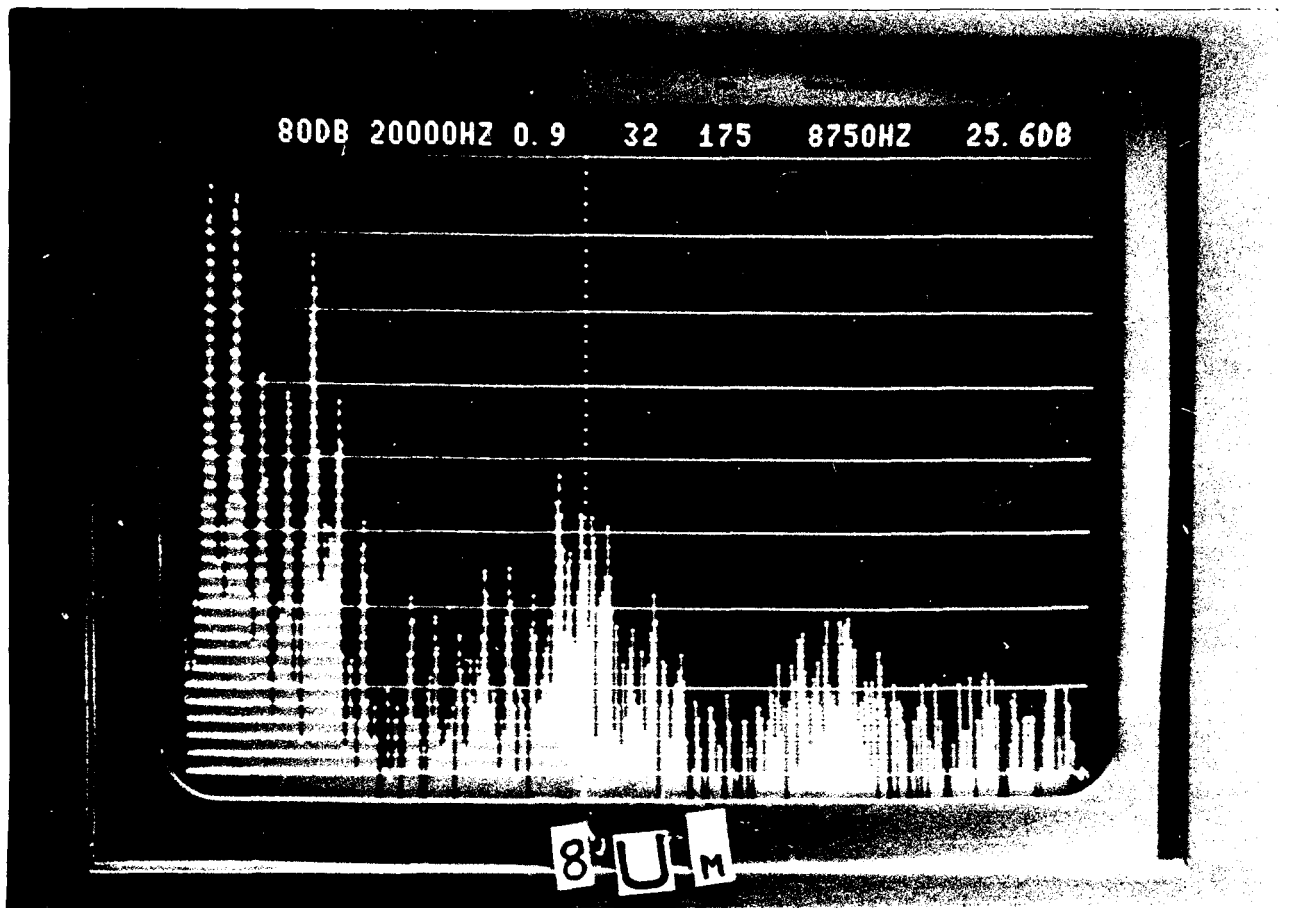
Grafica 125 .- Tenor 2 - Vocal "u" Media 265'3 Hz.



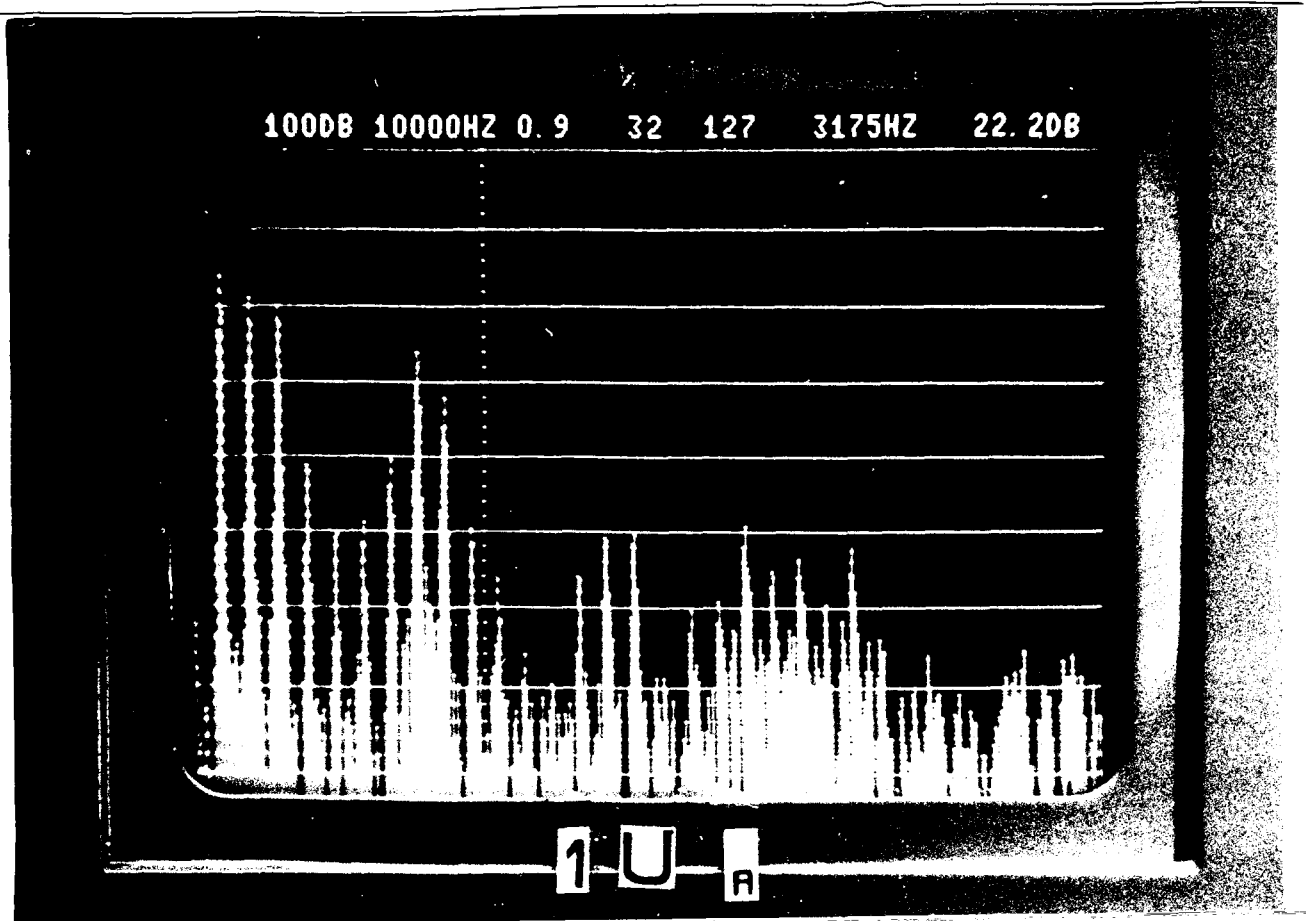
Grafica 126 .- Mezzo 1 - Vocal "u" Media 392'3 Hz.



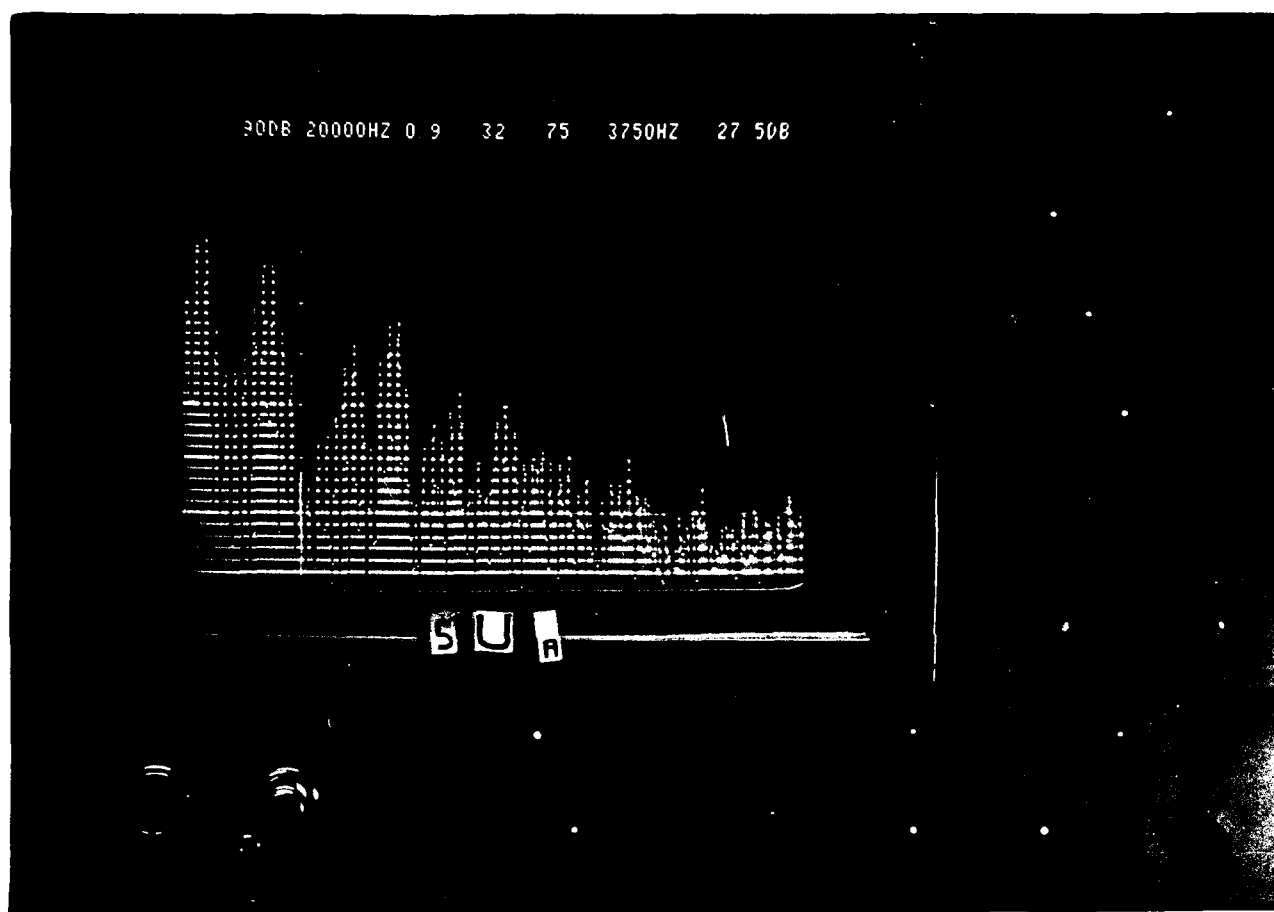
Grafica 127 .- Mezzo 2 - Vocal "u" Media 445'0 Hz.



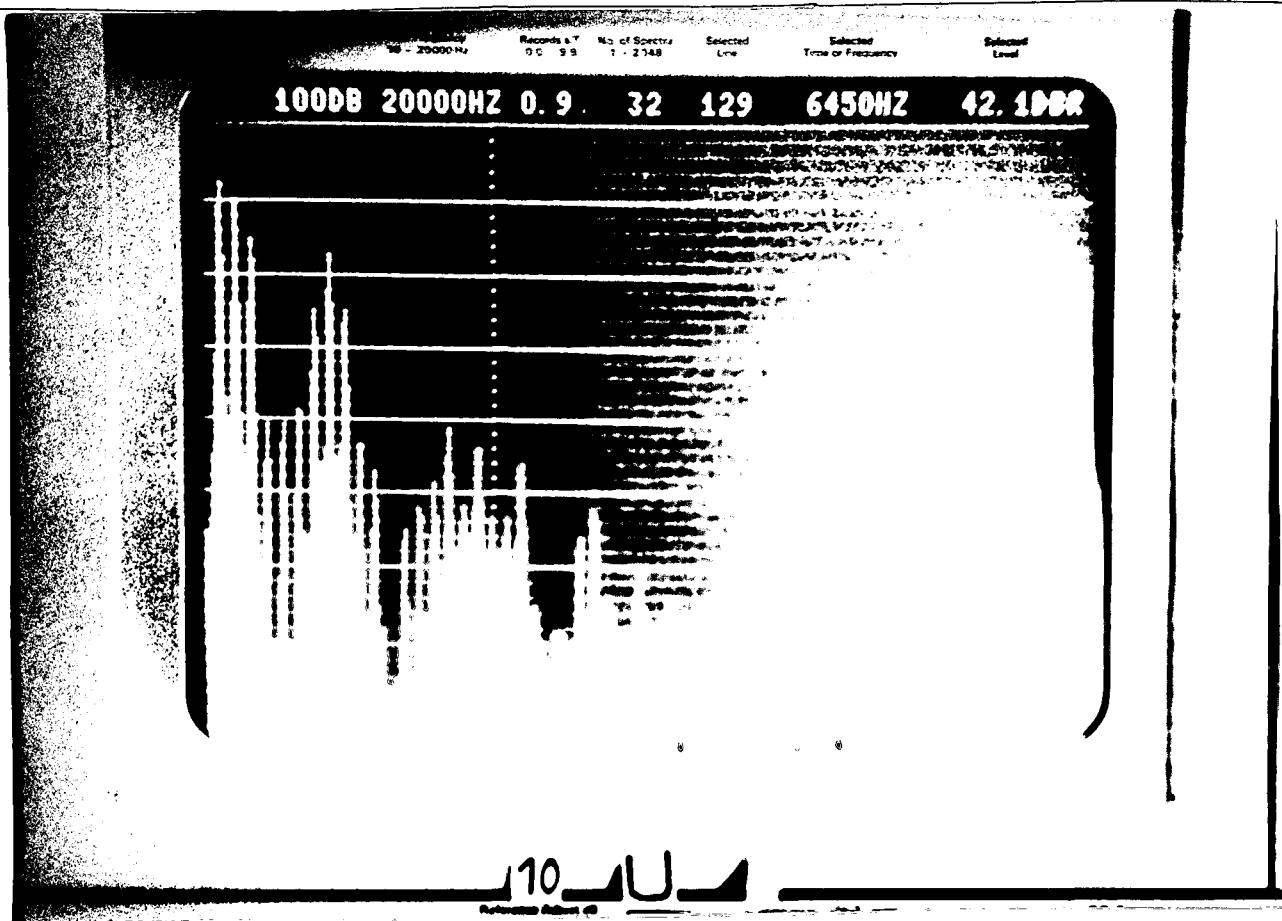
Grafica 128 .- Soprano - Vocal "u" Media 530'3 Hz.



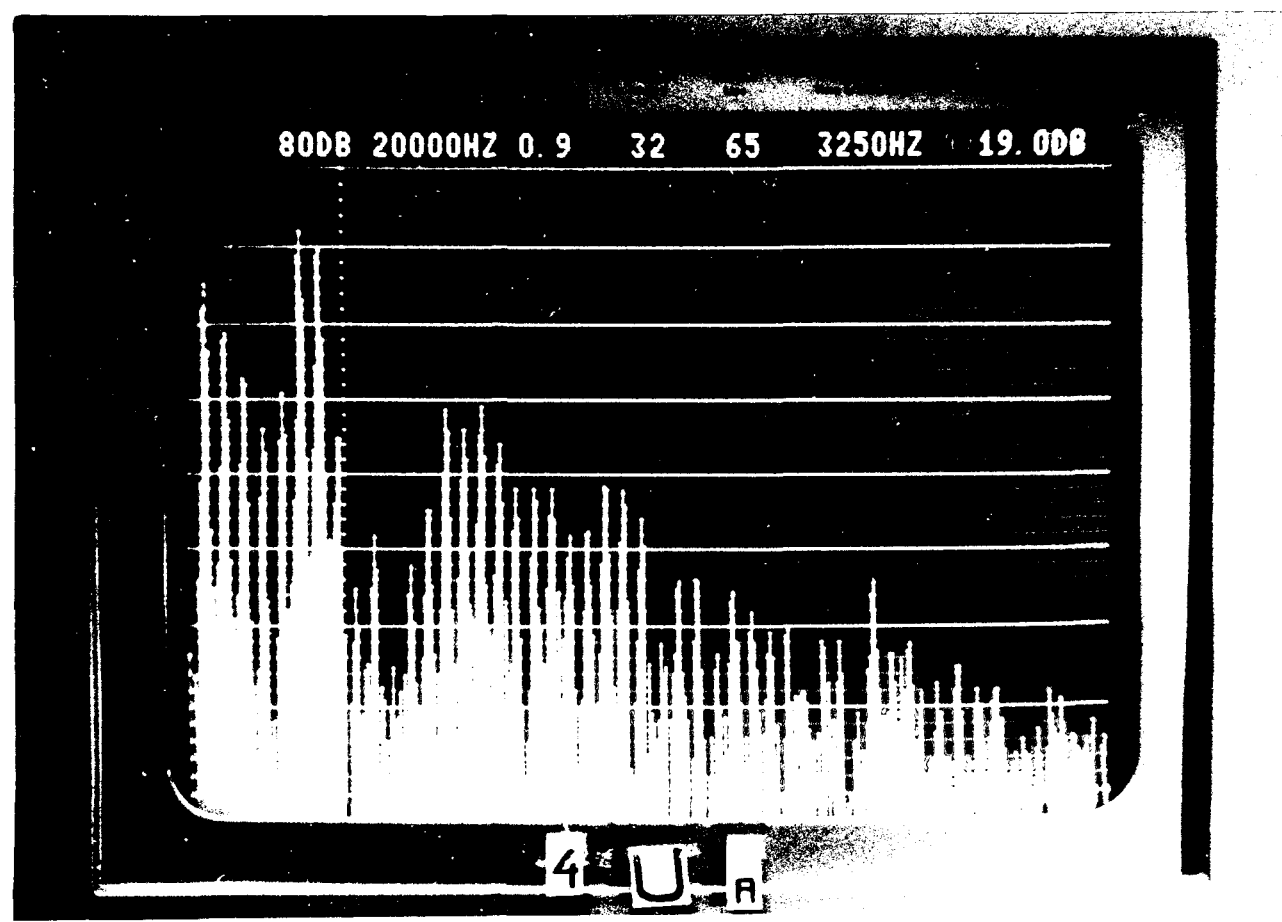
Grafica 129 .- Bajo 1 - Vocal "u" Alta 302'3 Hz.



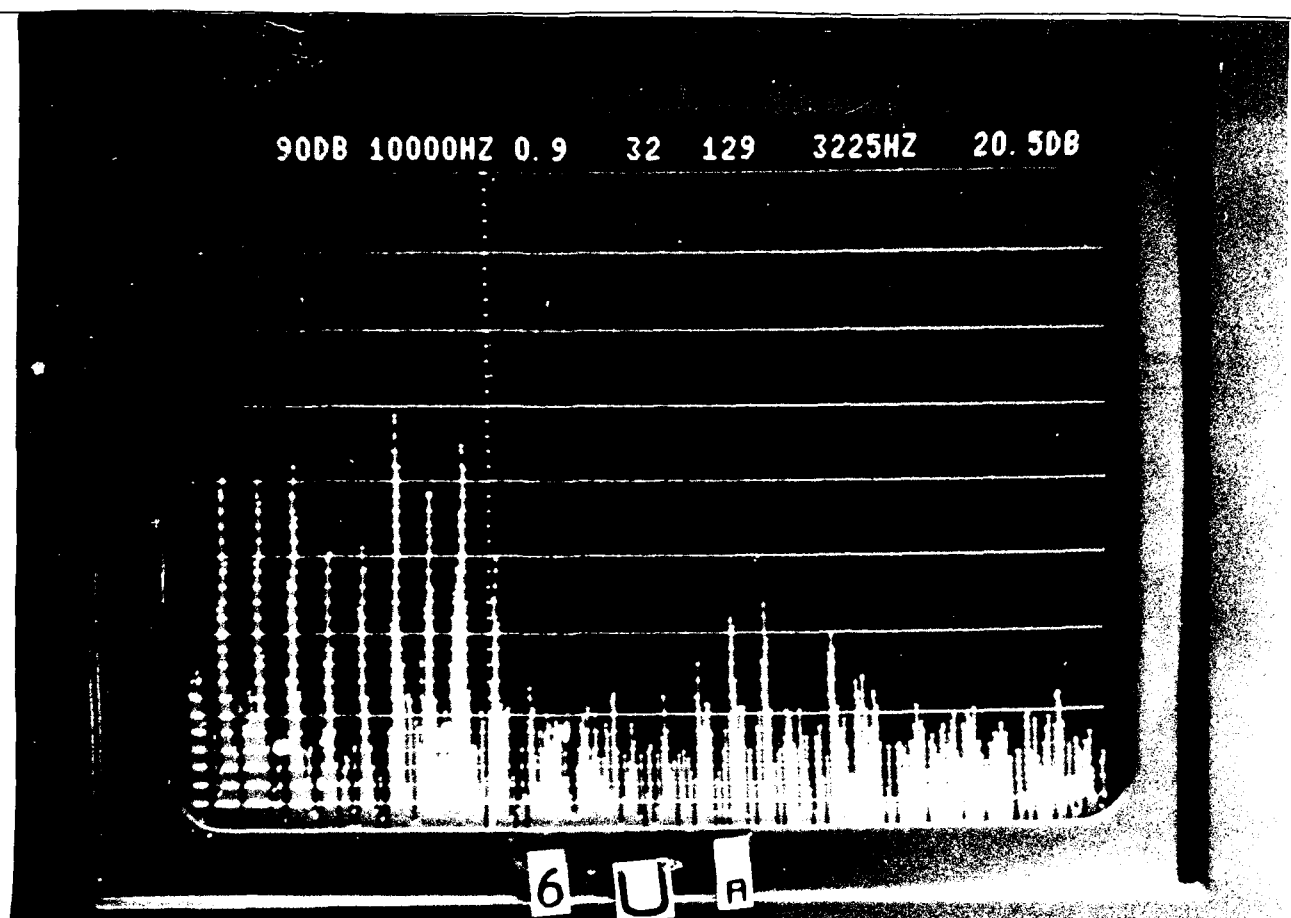
Grafica 130 .- Bajo 2 - Vocal "u" Alta 288'4 Hz.



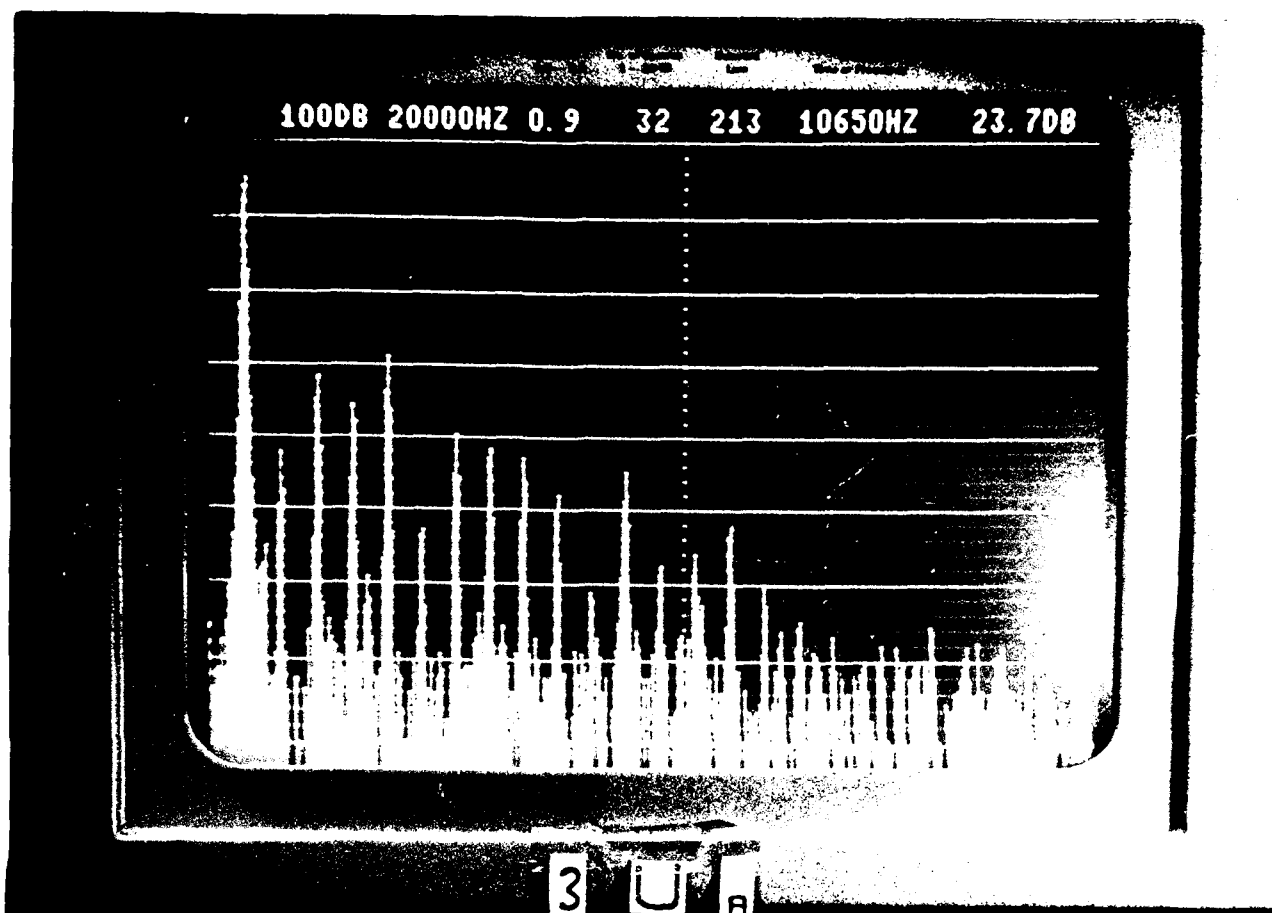
Grafica 131 .- Bajo 3 - Vocal "u" Alta - 339'4 Hz.



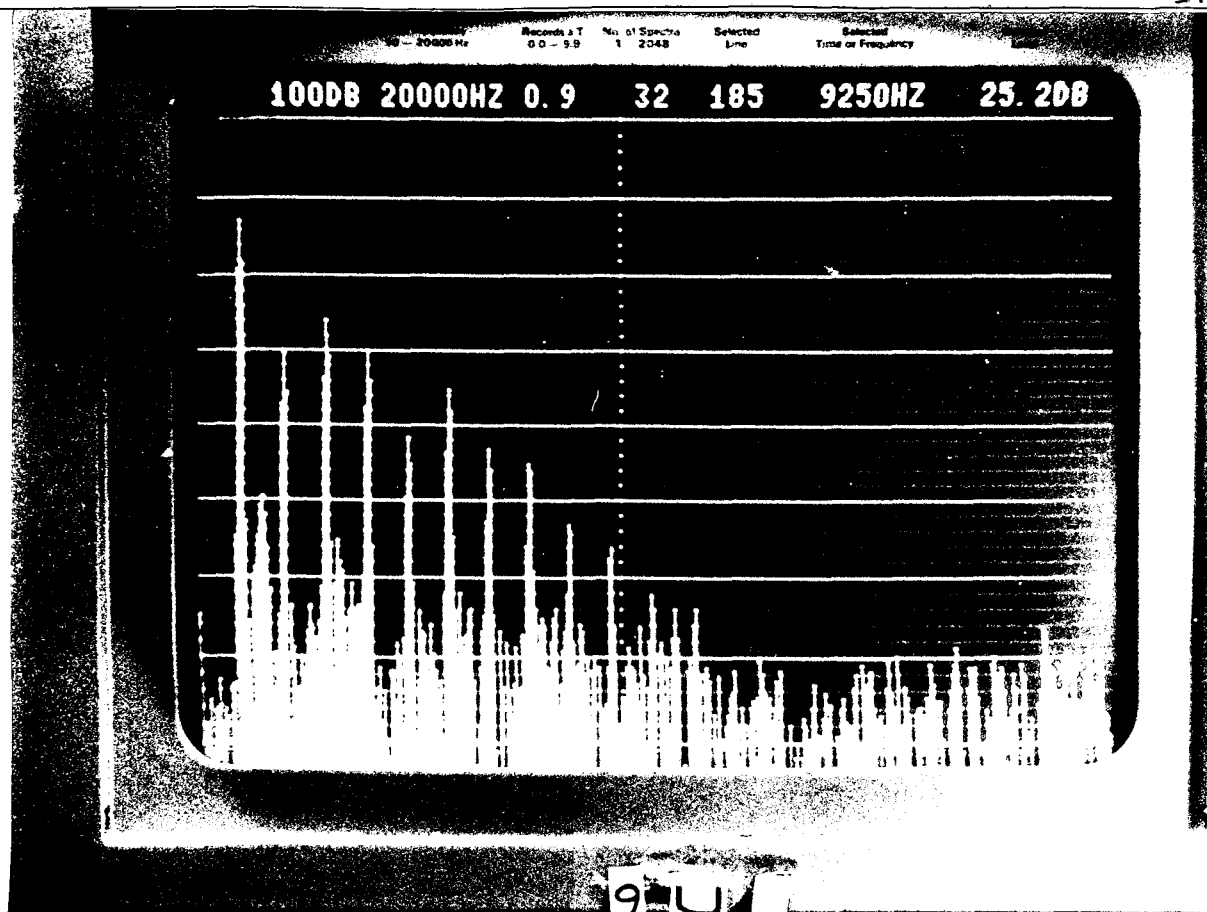
Grafica 132.- Baritono 1 - Vocal "u" Alta - 391'5 Hz.



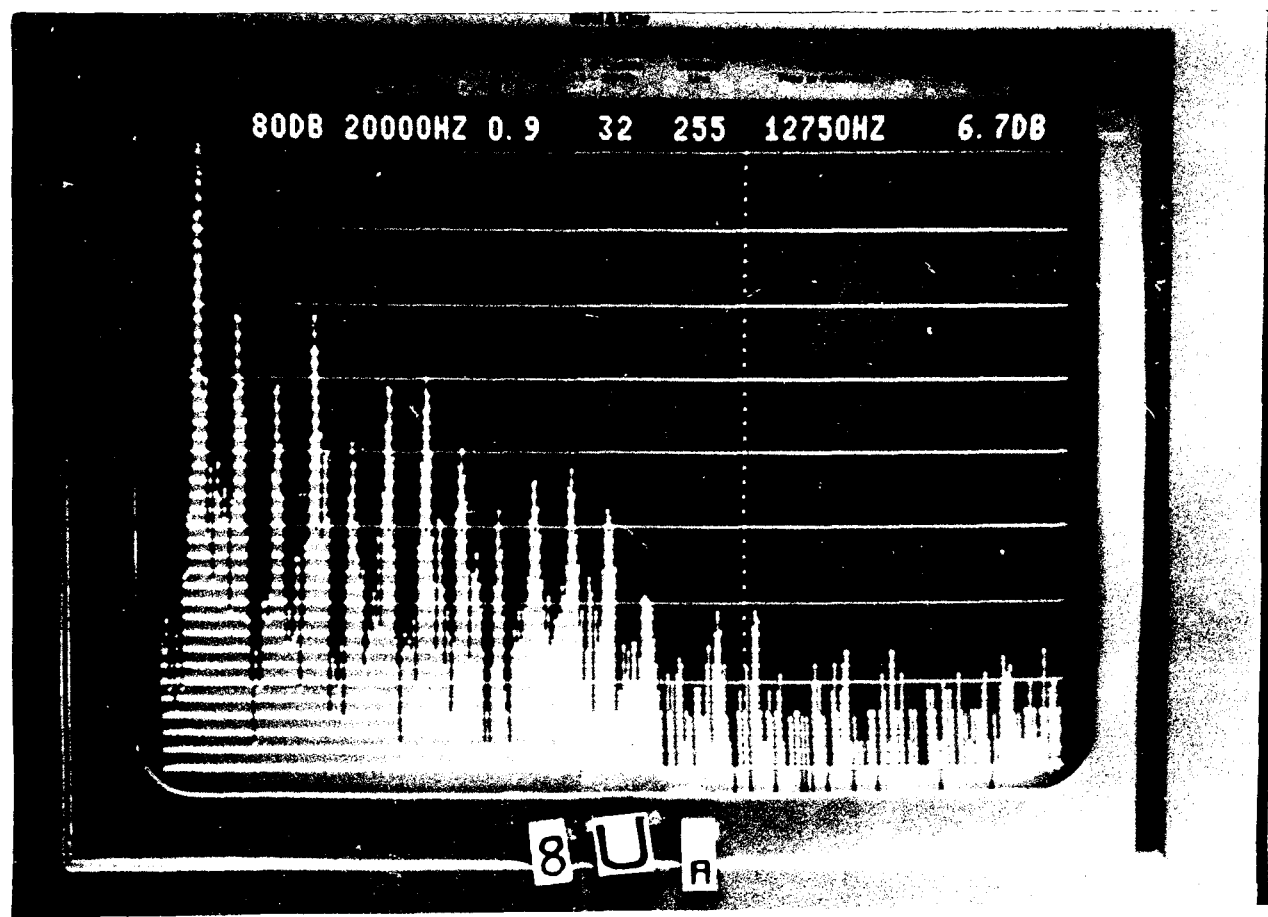
Grafica 133.- Baritono 2 - Vocal "u" Alta - 366'4 Hz.



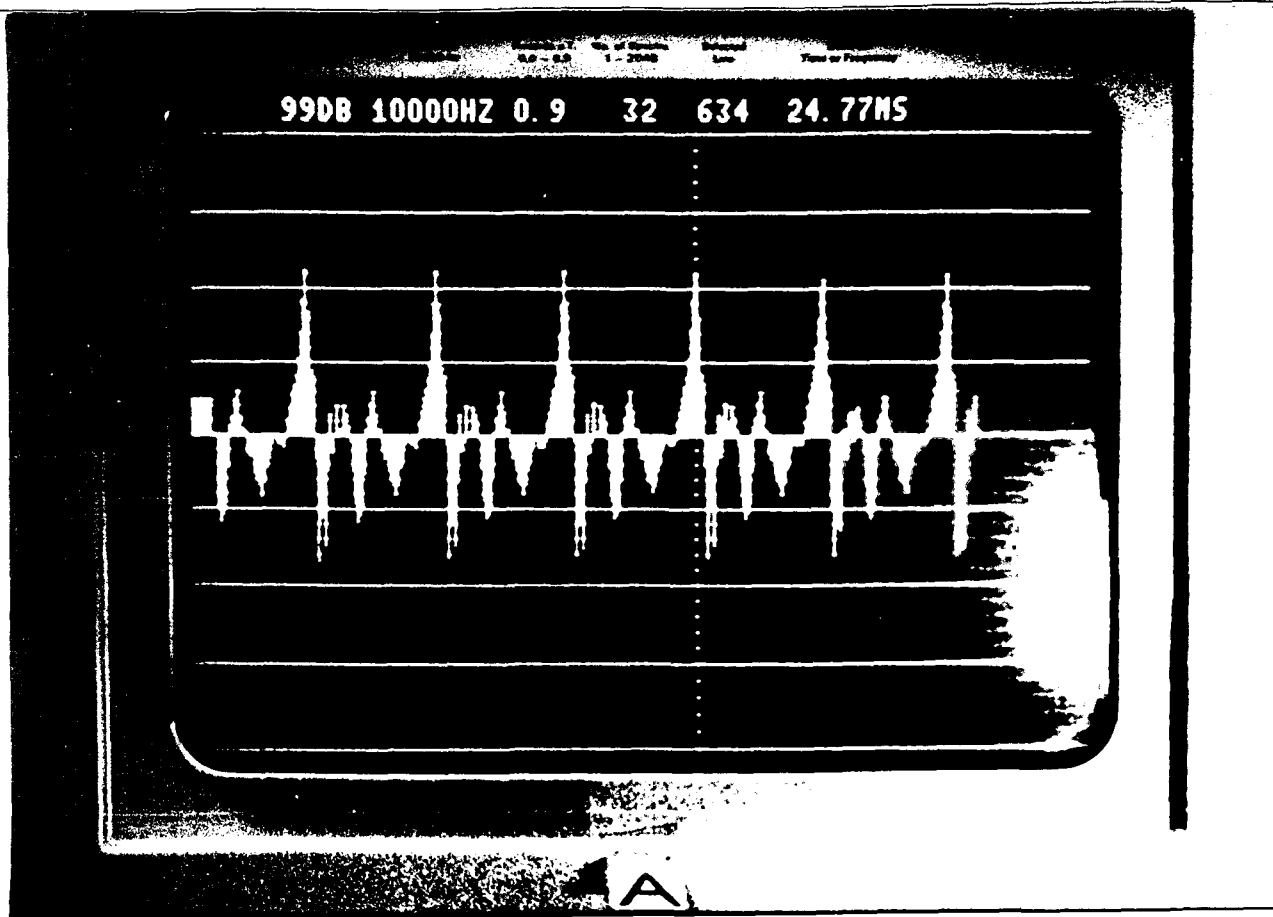
Grafica 134 .- Mezzo 1 - Vocal "u" Alta - 777'3 Hz.



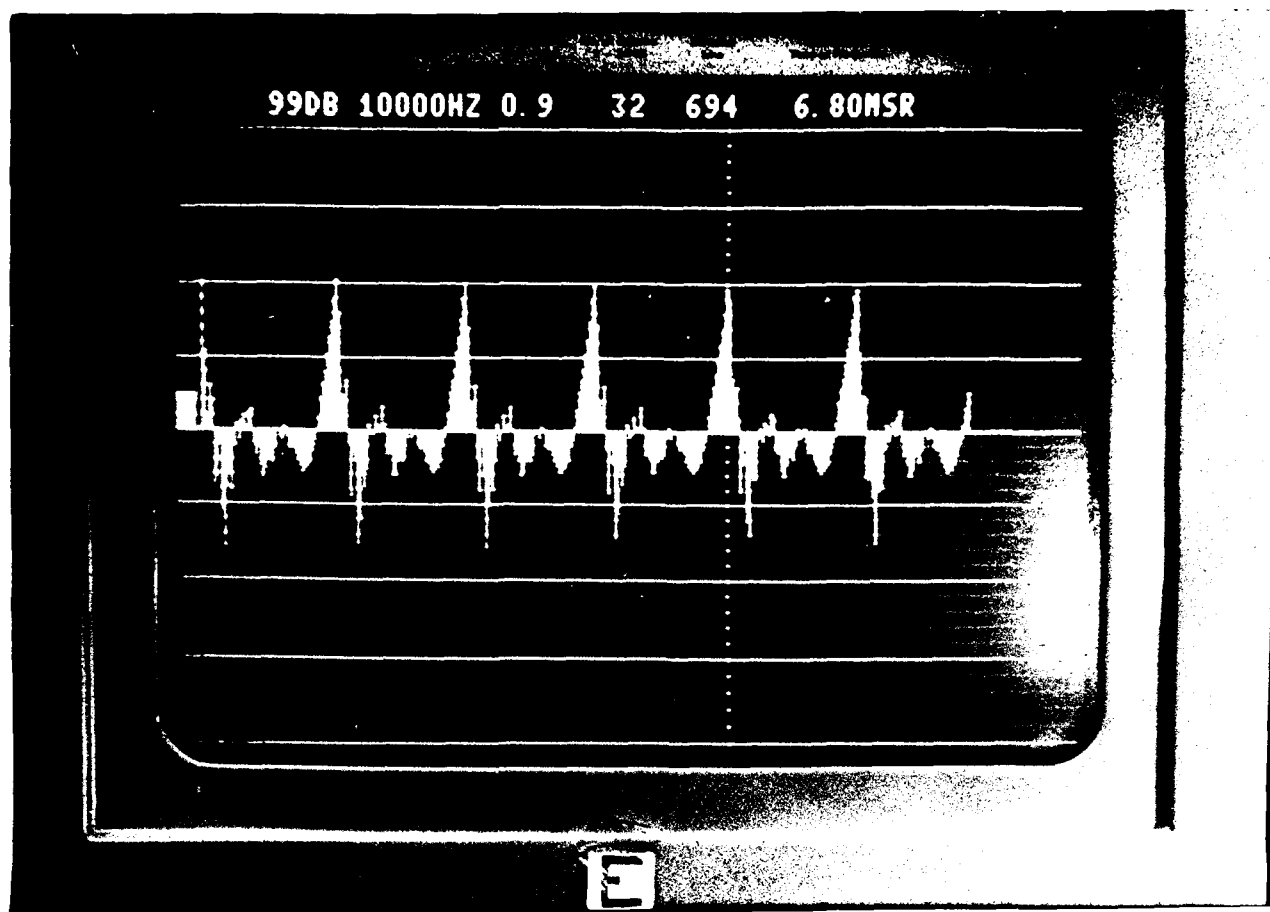
Grafica 135 .- Mezzo 2 - Vocal "u" Alta - 906'8 Hz.



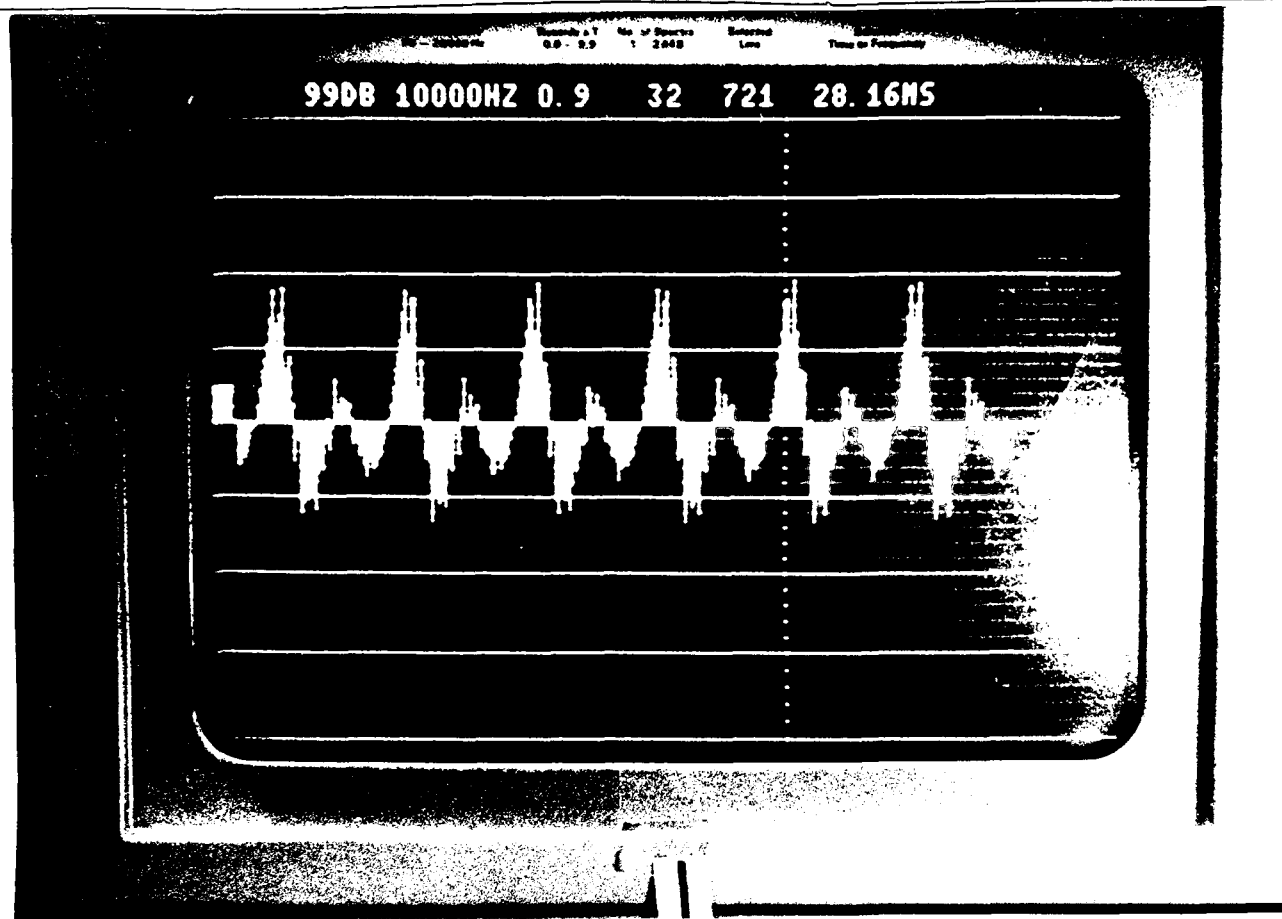
Grafica 136 .- Soprano - Vocal "u" Alta - 812'1 Hz.



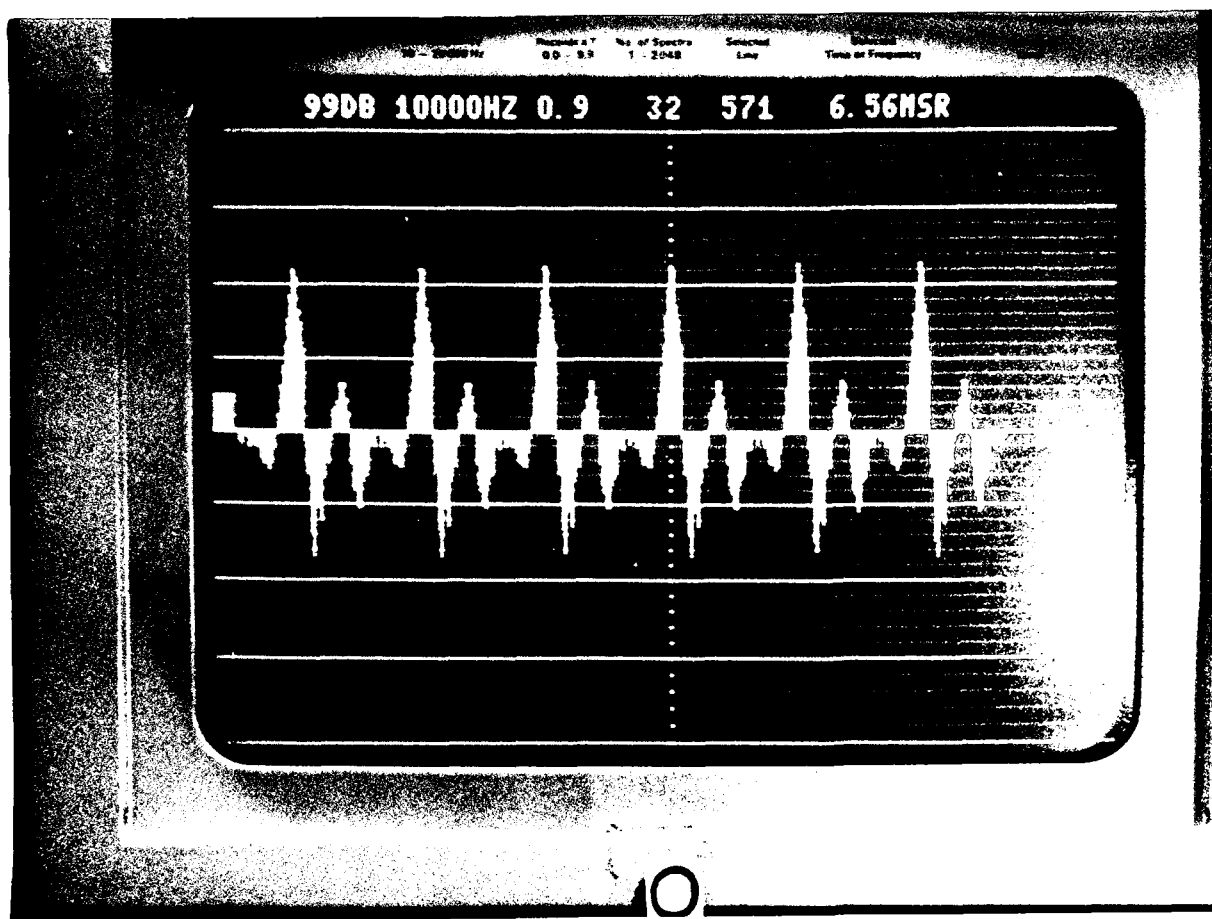
Grafica 137.- Vocal "a" en el dominio del tiempo



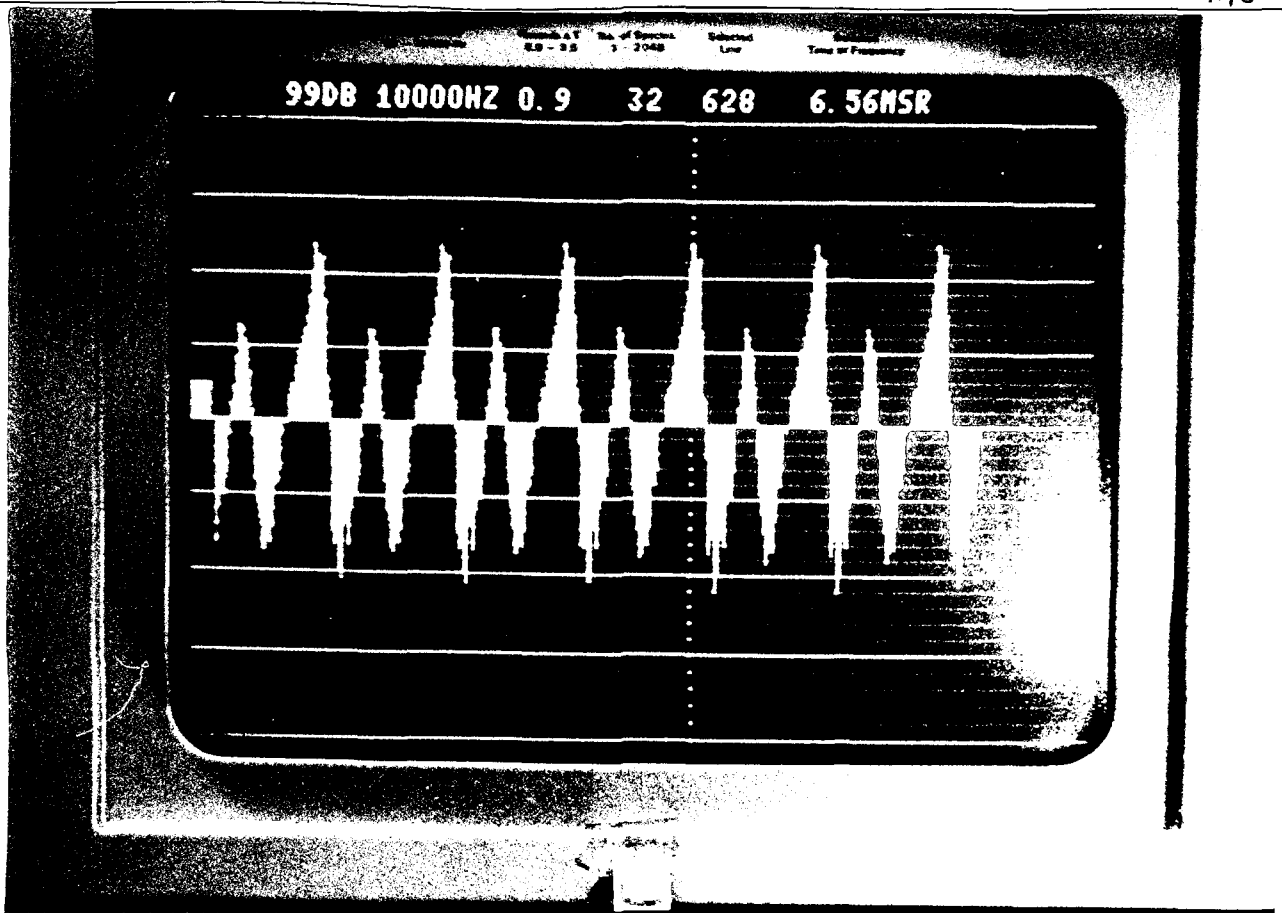
Grafica 138.- Vocal "e" en el dominio del tiempo



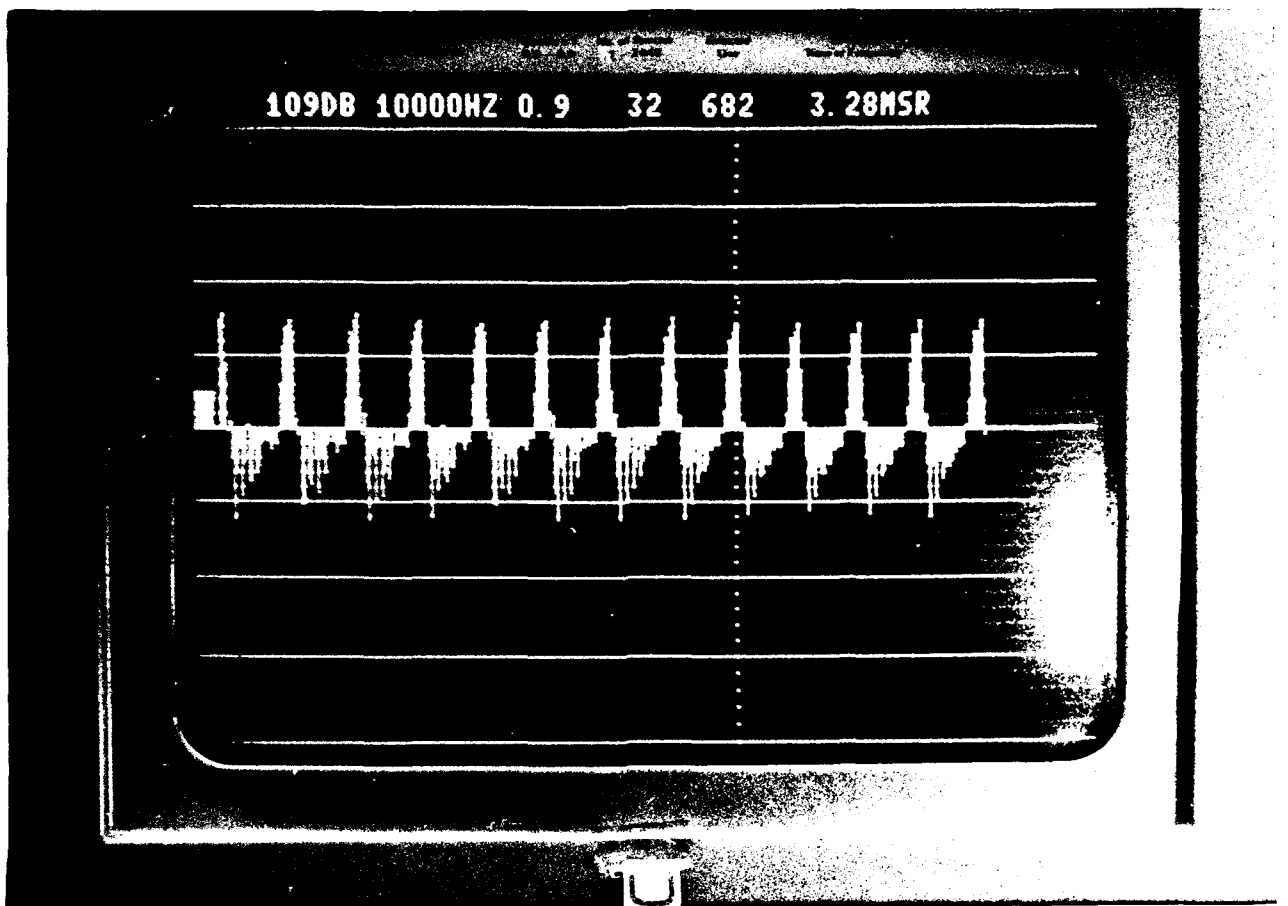
Grafica 139.- Vocal "i" en el dominio del tiempo



Grafica 140 .- Vocal "o" en el dominio del tiempo



Grafica 141 .- Vocal "u" en el dominio del tiempo



Grafica 142.- Vocal "u" en el dominio del tiempo
emitida a doble frecuencia (una octava)

10.-

CONCLUSIONES

VOCAL "A".

VOZ GRAVE.-

En cantantes bajos, y emitiendo una frecuencia aproximada de 90 Hz., se observa:

- 3 formantes: $F = 180$ Hz., $F = 550$ Hz., $F = 1.000$ Hz.
- Un valle, en una frecuencia aproximada de 1.600 Hz.
- Una envolvente, localizada en la frecuencia = 2.500 Hz.

La primera envolvente se divide en tres formantes, como se observa en las gráficas de voz grave.

En estas frecuencias graves, los barítonos, emitiendo una frecuencia aproximada de 140 Hz., cambian estos tres formantes por dos, al igual que los tenores, mezzos, y sopranos.

VOZ MEDIA.-

Es en esta tesitura donde se pueden ver mejor los formantes, tanto en bajos, como en barítonos, mezzos etc. Aquí la primera envolvente esta constituida por dos formantes $F = 550$ Hz., y $F = 1050$ Hz. para los bajos, barítonos y tenores, aunque para los tenores estos dos formantes no estan muy diferenciados y quedan dentro de la primera envolvente. En las voces de mezzos y sopranos, donde la frecuencia fundamental emitida es de - 420 Hz. para mezzos y 510 Hz. para sopranos, los dos formantes pasan a ser uno. El valle y la envolvente se forman aproximadamente igual que en la voz grave.

VOZ AGUDA.

Podemos detectar dos primeros formantes en la voz de los bajos, localizados ligeramente desplazados hacia las frecuencias superiores. En barítonos y tenores, sólo podemos detectar dos envolventes, y en mezzos y sopranos el tramo vocal apenas filtra, lo que hace casi imposible detectar que tipo de vocal se está emitiendo, cayendo los armónicos ~ 5 dB/Oct., hasta una frecuencia ~ 11.000 Hz.

VOCAL "E".

Esta vocal esta formada por cuatro envolventes (de armónicos). Digamos que esta constituida por una primera envolvente, un valle bien diferenciado y agrupadas a continuación, tres envolventes. La separación entre la primera y segunda envolvente es, ligeramente, superior a la que existe en la vocal "i" (de gráfica similar a la vocal "e"). Las frecuencias de estas envolventes son :

F _ 550 Hz. F _ 1500 Hz. F _ 2200 Hz. F _ 2900Hz

VOZ GRAVE.-

Tanto los bajos como barítonos, tenores, mezzos y sopranos, mantienen esta figura de cuatro envolventes (formantes).

VOZ MEDIA.-

Los bajos, barítonos y tenores, conservan esta figura de envolventes, mientras que mezzos y sopranos (que están emitiendo a una frecuencia aproximada de 400 Hz.), la cambian a dos envolventes, cuyo segundo formante está a la frecuencia de _2.400 Hz.

VOZ AGUDA.-

Los bajos, barítonos y tenores, siguen manteniendo la figura inicial. Los bajos emiten - 300 Hz., barítonos - 400 Hz., tenores - 500 Hz.

Las mezzos y sopranos, que emiten una frecuencia entre 850 Hz. y 1.000 Hz., sus armónicos caen - 5dB/Oct.

VOCAL " I " .

Al igual que la "e", esta vocal esta compuesta por cuatro envolventes de armónicos (formantes). Las frecuencias de estas envolventes son F - 300 Hz. , F - 1.800 Hz. , F - 2.400 Hz. , F - 3.000 Hz.

VOZ GRAVE.-

Los bajos, barítonos y tenores, tienen el primer formante en una frecuencia F - 275 Hz.; el segundo formante en una frecuencia F - 1.700 Hz.; el tercer formante en F - 2.300 Hz. y F - 2.950 Hz. Las mezzos y sopranos, tienen el primer formante en una frecuencia aproximada a la frecuencia fundamental, el segundo formante F - 2.200 Hz.; F - 3.500 Hz. y F - 4.200 Hz.

Se puede comprobar que la frecuencia de los formantes, se desplaza hacia las frecuencias superiores a medida que la frecuencia fundamental se desplaza hacia el mismo lugar.

VOZ MEDIA.-

Los bajos, barítonos y tenores tienen el primero y segundo formante en una frecuencia similar a la voz grave, mientras que F - disminuye un poco en frecuencia.

VOZ AGUDA.-

El primer formante en los bajos, barítonos y tenores, queda prácticamente constituido por la frecuencia fundamental. El resto de los formantes es

sustancialmente igual a las otras voces.

En las mezos y sopranos es casi imposible hablar de formantes, cayendo sus armónicos en 5dB/Oct.

Aquí , al igual que en las otras vocales, se observa una modulación enarmónicos superiores.

VOCAL "O".

Esta vocal, al igual que la "a" y la "u", tiene la forma de dos montañas o envolventes de armónicos con un valle central. Este valle está centrado a la frecuencia - 1.500 Hz. para bajos y barítonos, los tenores desplazan esta frecuencia hasta - 1.700 Hz. y las mezos y sopranos hasta - 1.800 Hz., notándose un ligero desplazamiento hacia frecuencias superiores a medida que la frecuencia fundamental aumenta.

VOZ GRAVE.-

En la envolvente primera, podemos detectar dos formantes en las frecuencias - 450 Hz. y - 800 Hz. para bajos y barítonos, los tenores no tienen bien definido el segundo formante, al igual que las mezos y sopranos, donde estos dos formantes quedan diluidos dentro de la primera envolvente.

VOZ MEDIA.-

En esta tesitura, los bajos, barítonos y tenores siguen teniendo los dos formantes localizados como en la tesitura grave, pero un poco desplazados hacia las frecuencias superiores - 100 Hz.

Las mezos y sopranos que emiten una frecuencia fundamental - 400 Hz. y 500 Hz., respectivamente, no tienen esos dos primeros formantes y su primera envolvente queda constituida prácticamente, por la frecuencia fundamental emitida y el primer armónico.

VOZ AGUDA.-

Los bajos, emitiendo una frecuencia fundamental - 300 Hz., no tienen los dos primeros formantes, conservando la forma de dos envolventes. La frecuencia a la que está centrada la primera envolvente es - 600 Hz.

Los barítonos siguen modulando estas envolventes y las mezos y sopranos, al contrario que en otras vocales más cerradas, como la "e" ó "i" ,en este agudo pueden modular mucho más, pero al igual que en las anteriores , es imposible hablar de formantes.

La diferencia que existía en la tesitura grave y media entre picos de envolventes y valles, en esta tesitura aguda, deja de existir, para caer los armónicos ligeramente modulados, a 5 dB./Oct.

VOCAL " U " .

El punto de articulación de la "o" y de la "u", se produce en un lugar similar. Es por esto que ambas vocales se parecen mucho, sin embargo existen pequeñas diferencias, a saber :

- Tanto el primero como el segundo formante se producen a frecuencias inferiores que en la vocal "o".

- El valle, se produce a la misma frecuencia que en la vocal "o".

- La envolvente segunda sin embargo, está un poco desplazada a frecuencias superiores.(voz media).

VOZ GRAVE .-

La frecuencia de primero y segundo formante en los bajos, barítonos y tenores es: F = 350 Hz. y F = 700 Hz.

El valle lo podemos centrar en una frecuencia de 1.500 Hz., mientras que la envolvente segunda lo hacemos en 2.600 Hz.

VOZ MEDIA.-

El primero y segundo formante es prácticamente igual a la voz grave, el valle más localizado en 1.550 Hz., y la envolvente segunda un poco desplazada hacia frecuencias superiores, con respecto a la voz grave y centrada en 2.700 Hz., para bajos, barítonos y tenores.

Las mezzos y sopranos, en esta voz, tienen el primero y segundo formante en las inmediaciones de

la frecuencia fundamental, de esta forma la vocal queda definida por el valle y la envolvente segunda.

VOZ AGUDA.-

Solamente podemos hablar de una primera envolvente, en lugar de los dos primeros formantes descritos en las voces anteriores, para los bajos, barítonos y tenores. El valle y la envolvente segunda, están prácticamente a la misma frecuencia.

En las mezos y sopranos al igual que en las otras vocales, no se define bien una modulación, y los armónicos caen a 5 dB/Oct.

11.-

BIBLIGRAFIA

- Speech Analysis, Synthesis and Perception . J.L. Flanagan. Springer Verlag, 1.972.

- Tesis doctoral : Tratamiento de señales pseudo periódicas y aplicación a la estimación de los rasgos prosódicos de la palabra. Javier Sanchez González. E.T.S.I. Industriales, Madrid - 1.979.

- Anatomía Humana (Funcional y Aplicativa). J. Escolar, V. Smith Agreda, P. Amat, J.M. Smith Agreda, R. Sarat, F. Reinoso, S. Rodriguez.

- Revista "Acústica". Formants and Fundamental Frequency Control in Singing. An Experimental Study of Coupling Between Vocal Tract and Voice Source. J. Sundberg. 1.980.

- Revista "Acústica". Some Studies on Acoustic-Phonetic Features of Telugu Vowels. D. Dutta Majumder, A.K. Datta, and N.R. Ganguli. 1.977.

- Music, Sound and Sensation.

=====